

Б.А.СОКОЛОВ

ЖЫЛУТЕХНИКА НЕГІЗДЕРІ. ЖЫЛУТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ МЕН ҚАЗАНДЫҚТАРДЫҢ АВТОМАТИКАСЫ

ОҚУЛЫҚ

*«Федералдық білім беруді дамытудың федералды институты»
федералдық мемлекеттік мекемесімен 140101.01 «Қазандық
машинисі» мамандығы бойынша бастауыш кәсіби білім
бағдарламаларын жүзеге асыратын білім беру мекемелеріне оқу
құралы ретінде
ҰСЫНЫЛҒАН*

*Пікірдің тіркеу нөмірі № 372
04 қазан 2010 жылы «БДФИ» ФММ*



Мәскеу
«Академия» баспа орталығы
2013 жыл

ӘӨЖ 621.1(075.32)

КБЖ 31.3ші722

C594

Бұл кітап Қазақстан Республикасының Білім және ғылым министрлігі және «Кәсіпқор» холдингі» КЕАҚ арасында жасалған шартқа сәйкес «ТЖКБ жүйесі үшін шетел әдебиетін сатып алуды және аударуды ұйымдастыру жөніндегі қызметтер» мемлекеттік тапсырмасын орындау аясында қазақ тіліне аударылды. Аталған кітаптың орыс тіліндегі нұсқасы Ресей Федерациясының білім беру үдерісіне қойылатын талаптардың ескерілуімен жасалды.

Қазақстан Республикасының техникалық және кәсіптік білім беру жүйесіндегі білім беру ұйымдарының осы жағдайды ескеруі және оқу үдерісінде мазмұнды бөлімді (технология, материалдар және қажетті ақпарат) қолдануы қажет.

Аударманы «Delta Consulting Group» ЖШС жүзеге асырды, заңды мекенжайы: Астана қ., Иманов көш., 19, «Алма-Ата» БО, 809С, телефоны: 8 (7172) 78 79 29, эл. поштасы: info@dcg.kz

Пікір беруші —

«Кәсіпқой» МБМ ОО оқытушысы О. В. Воронина

Б. А.Соколов

C594

Жылутехника негіздері. Жылутехникалық бақылау мен қазандықтардың автоматикасы: бастауыш кәсіби білім беруге арналған оқулық/ Б. А. Соколов. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2013. — 128 б.

ISBN 978-601-333-098-3 (каз.)

ISBN 978-5-7695-6867-1 (рус.)

Оқулық 140101.01 «Қазандық машинисі» мамандығы бойынша федералдық мемлекеттік білім беру стандартына сәйкес жасалған.

Жылу тасымалдаудың негізгі тәсілдері мен бу айдау орнатулары жайлы мәліметтер келтірілген. Температура, қысым, түрлі жылу тасығыштарының шығынын, жану өнімдерінің құрамын және қазандық барабандағы су деңгейін өлшеуге қолданатын негізгі бақылау-өлшеуіш аспаптары қарастырылған.

Қазандық агрегатының жұмыс параметрлерін реттеу сызбалары көрсетілген. АМК-У, «Контур», БҚК жүйелері және қазандық агрегатының жұмысын басқарудың программа-техникалық кешені толығымен сипатталған.

Бастауыш кәсіби білім беру мекемелерінің оқушыларына арналған. Оқыту комбинаттарында және өндірісте жұмысшылардың кәсіби оқытылуы үшін қолданылуы мүмкін.

ӘӨЖ 621.1(075.32)

КБЖ 31.3ші722

ISBN 978-601-333-098-3 (каз.)

ISBN 978-5-7695-6867-1 (рус.)

© Курилова А. В, Оганесян В. О., 2013

© «Академия» Білім беру-баспа орталығы, 2013

© Рәсімдеу. «Академия» баспа орталығы, 2013

Заманауи жылыту, жылытатын-өндірістік және өндірістік қазандықтар жылутехникалық жабдықтаудың түріне жатады. Жабдық жұмысының сенімділігі мен тиімділігі елеулі түрде қолдану деңгейімен, қызмет етуші персоналдың сауаттылығымен, персоналдың түрлі жағдайларда тез және дұрыс шешім таба алуымен анықталады. Бу мен су жылытатын қазандық машинисттерінің білікті мамандарын дайындау әрекетін жүргізу жылумеханикалық жабдықтың жұмыс шарттары, бірге жүретін физика-химиялық процестер және оларды басқару жолдары жайлы білімсіз және берілген жабдықты қолдану дағдыларыңсыз мүмкін емес әрекет болатын еді.

Қазандық агрегаттарда өтетін процестерді толық түсіну үшін берілген оқулықта жылутехника негіздері қарастырылған, жылу тасығышы мен оның параметрлері, энергияның түрлі түрлері, оның ішінде жылулық энергия, жылуды тасымалдау тәсілдері жайлы мәліметтер келтірілген.

Қазіргі таңда көптеген қазандықтарға кешендік автоматизация процесі тән, ол процесс кезінде барлық технологиялық процестерді жүргізу автоматтық реттеуіштер мен қорғау жүйесіне жүктеледі, ал қазандық агрегаттың, көмекші жабдықтың жұмыс режимін, сонымен қатар реттеуіштердің жөнделігін бақылау әрекеті қызмет етуші персоналға тапсырылады. Осыған байланысты қазандық машинистерін дайындау программасында маңызды орын қазандық жабдықтау жұмысының параметрлерін негізгі өлшеу мәселелеріне, сонымен қатар қазандық агрегаттардың қауіпсіздік автоматикасына және автоматтандырылған реттеудің түрлі жүйелерін зерттеу мәселелеріне беріледі.

ЖЫЛУТЕХНИКАДАН ҚЫСҚА МӘЛІМЕТТЕР

1.1. ЗАТТЫҢ АГРЕГАТТЫ КҮЙІ

Жылутехника — жылу энергияны алу тәсілдері мен оның энергияның басқа түрлеріне түрлендіру жолымен алыну тәсілдерін, жылудың таралу және тасымалдану тәсілдерін қамтитын техника саласы.

Жылутехникалық процестерді түсіну үшін жылутехникада қолданылатын негізгі материалдар мен жылу көздері болып табылатын заттардың қабілеттері, яғни жылутехникада қолданылатын органикалық отынның қабілеттері туралы түсінік болу қажет.

Табиғатта заттар үш агрегаттық күйде болады: қатты, сұйық және газ түрінде. Барлық заттар өзара тартылу күшімен байланысты болатын және бір-біріне қатысты хаостық қозғалыс күйінде болатын ұсақ бөлшектер – молекулалардан тұрады. Ал молекулалардың өздері атомдардан тұрады, «атом» сөзі грек тілінен бөлінбейтін деген мағына берсе де, атомның өзі оң зарядталған ядро мен теріс зарядталған бөлшек – электроннан тұрады, олар оның айналасында айналып жүреді. Ядро оң зарядталған бөлшектер – протон және заряды жоқ бөлшектер – нейтрондардан тұрады.

Заттар қарапайым және күрделі болып ажыратылады. Молекулалары бір түрдің атомынан тұратын заттар *қарапайым* болып аталады (мысалға, O_2 оттегі, H_2 сутегі, N_2 азоты, C көміртегі, Fe темір). Атомдары әртүрлі типтегі атомдардан тұратын заттар күрделі болып аталады (мысалға, CO иіс газы, CO_2 көмірқышқыл газы, H_2O суы, CH_4 метан және т.б.).

Заттар әр түрлі өзгерістерден өтуі мүмкін, ол өзгерістер құбылыстар деп аталады және физиялық пен химиялық деп ажыратылады.

Дене пішіні немесе заттың физикалық күйі өзгеріп, жаңа заттардың түзілуі жүрмейтін өзгерістер *физикалық құбылыстар* деп аталады. Мысалға, су қайнағанда бұға айналады, ал салқындағанда будан қайтадан су түзіледі. Бұл кезде судың физикалық күйі ғана өзгеріп, жаңа заттар түзілмейді. Физикалық құбылысқа сонымен қатар мұздың еруі де жатады.

Бір заттардан басқа заттар түзілген кезіндегі жүзеге асырылатын өзгерістер *химиялық құбылыстар* немесе *химиялық реакциялар* деп аталады. Мысалға, көмір жанған кезінде газ тектес заттар түзіледі. Химиялық құбылыстар жану, металл коррозиясы, металдарды кеннен шығару және т.б. процестер кезінде жүзеге асырылады.

Физикалық денелердің күйі молекулярлық тартылуға, зат молекулаларының арасындағы аралыққа (молекула аралық кеңдік) және молекула қозғалысының қарқындылығына тәуелді болады.

Қатты денелерде молекулярлық тартылыс күші жоғары, молекула аралық кеңістік аз шамада және молекула қозғалысы да кішкентай шамада болады. Бұл денелер белгілі пішінде және өз көлемін сақтайды. Қатты денені қысу немесе оны бөліктерге бөлу үшін белгілі бір күш салу керек.

Сұйық денелерде молекулярлық тартылу күші қатты денелерге қарағанда әлсіздеу, ал молекула аралық кеңістігі және молекулалар қозғалысы әлдеқайда көбірек. Осыған байланысты сұйықтықта белгілі бір тұрақты пішін болмайды да, ол құйылатын ыдыстың пішінін алады. Сұйықтықтар көбіне сығылмайды. Сұйықтықтың көлемі ол құйылған ыдыстың көлемімен өлшенеді.

Газтектес денелерде молекулярлық тартылыс күші әлсіз болады, ал молекула аралық кеңістігі және молекулалар қозғалысы үлкен шамада болады. Осыған байланысты газтектес денелердің аққыштығы жоғары және олар белгілі бір тұрақты пішінде болмайды. Сұйықтықтар сияқты олар орналасқан ыдыстың пішінін толығымен алады. Газтектес денелер қатты мен сұйықтыққа қарағанда жеңіл түрде сығылады.

1.2. ЖЫЛУ ТАСЫҒЫШЫ МЕН ОНЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІ ЖАЙЛЫ ТҮСІНІК

Жылу тасығышы (жұмыс денесі) — машиналардағы жылу алмасу процесінде энергияны түрлендіру үшін қолданылатын газтектес немесе сұйық зат. Қазандық орнатуларда жылу тасығыштары ретінде су немесе су буы алынады, олар үш физикалық параметрлермен сипатталады: температура, қысым және

меншікті көлем немесе тығыздығы.

Температура дененің жылыну деңгейі мен жылу күйінің мөлшері болып саналады. Дененің жылулық күйі оның молекула қозғалысының жылдамдығымен немесе дененің орташа ішкі энергиясымен сипатталады. Температура қаншалықты жоғары болса, соншалықты молекула қозғалысының жылдамдығы да жоғары болады. Дене температурасы осы дененің жылуды алғанына немесе бергеніне байланысты ұлғаяды немесе кішірейеді.

Температураны өлшеу бірлігі — градус, ол 0°C (мұздың еру температурасы) мен 100°C (атмосфералық қысым 760 мм сын. бағ. кезінде судың қайнау температурасы) арасындағы температуралық аралықтың $1/100$ бөлігіне тең болады. Мұндай межелікті Цельсийдің практикалық жүз градустық межелігі ($^{\circ}\text{C}$) деп атайды.

Халықаралық бірліктер жүйесінде (БЖ) есептеу басы абсолюттік нөлден басталатын және $273,15^{\circ}\text{C}$ температурасына сәйкес келетін (дөңгелектеп алсақ 273°C) Кельвин (К) термодинамикалық температуралық межелігі қолданылады. Абсолюттік нөл температурасы кезінде атом мен молекулалардың жылулық қозғалысы тоқталады. Кельвин (Т, К) және Цельсий (t, $^{\circ}\text{C}$) температуралық шкалалар арасындағы байланыс келесі қатынаспен анықталады

$$T = t + 273; t = T - 273.$$

Қысым — дене бетіне әсер еткенде пайда болатын қалыпты күштің (дене бетіне перпендикуляр) қарқындылығын сипаттайтын физикалық шама.

Атмосфералық, артық және абсолютті қысым түрлері ажыратылады.

А т м о с ф е р а л ы қ атмосфераның жер бетіне және ондағы заттарға түсіретін қысымын атайды. Атмосфералық қысым барометрмен өлшенеді, сол себепті оны барометрлік деп атайды, $p_{\text{бар}}$ болып белгіленеді.

Саңылаусыз жабық түтіктерде атмосфералықтан кіші немесе үлкен қысымды жасауға болады.

А р т ы қ деп атмосфералық қысымнан жоғары қысым шамасын атайды және $p_{\text{из}}$ деп белгілейді. Артық қысымды манометрмен өлшейді, сол себепті оны манометрлік деп те атайды.

Егер де түтіктердегі қысым артық болатын болса, онда а б с о л ю т т і қысым атмосфералық пен артық қысымның қосындысына тең болады:

$$p_{\text{абс}} = p_{\text{бар}} + p_{\text{арт}}.$$

С и р е т і л у (вакуум) атмосфералықтан төмен қысым аталады

және $P_{\text{разр}}$ деп белгіленеді. Сиретілу қысымын тарту күшін өлшегіш құралы көмегімен өлшейді. Егер де түтіктің ішінде сиретілу болатын болса, онда абсолютті қысым атмосфералық пен сиретілу қысымдарының айырмасына тең болады:

$$P_{\text{абс}} = P_{\text{бар}} - P_{\text{разр}}.$$

БЖ-де қысымның өлшеу бірлігі ретінде шаршы метрге ньютон немесе паскаль шамасы алынады:

$$1 \text{ Н/м}^2 = 1 \text{ Па}.$$

Практикада көбіне еселенген бірліктер қолданылады: $1 \text{ кПа} = 10^3 \text{ Па}$; $1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$.

Қазіргі таңда қысымның жүйеден тыс өлшем бірліктері қолданылады: шаршы сантиметрге килограмм-күш (кгс/см^2); сынап бағанасының миллиметрі (сын. бағ.мм.); су бағанасының миллиметрі (су бағ.мм.).

Осы бірліктер арасында келесі қатынас болады:

Физикалық атмосфера (теңіз деңгейіндегі ауа қысымы, 0°C температура кезінде 760 сын.бағ.мм шамасына тең) $1 \text{ атм} = 760 \text{ сын.бағ. мм} \sim 101\,325 \text{ Па} = 101 \text{ кПа} = 0,1 \text{ МПа}$;

техникалық атмосфера — $1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2 = 735,56 \text{ сын.бағ.мм} \sim 98\,066,5 \text{ Па} = 0,098 \text{ МПа}$;

$1 \text{ сын.бағ.мм} \ll 133 \text{ Па}$; $1 \text{ су бағ.мм} \ll 9,81 \text{ Па} \ll 10 \text{ Па}$.

Заттың *меншікті көлемі* — бұл салмақ бірлігінің көлемі болып табылады. Егер де көлемді V , м^3 деп белгілеп, ал заттың салмағын m , кг деп белгілесек, онда меншікті көлем V_0 , $\text{м}^3/\text{кг}$ шамасында болады:

$$V_0 = \frac{V}{m}.$$

Газдың, су немесе будың *тығыздығы* ρ , кг/м^3 , меншікті көлемге кері шама болып табылады.

$$\rho = \frac{1}{V_0} = \frac{m}{V}.$$

1.3.

ЖЫЛУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ ЖАЙЛЫ НЕГІЗГІ МӘЛІМЕТТЕР

Жылу — жылу алмасу процесінің энергетикалық сипаттамасы, ол шаманы дене жылу алмасу процесі кезінде қабылдайды немесе береді.

Жылудың сандық сипаттамасы болып бөлшектер қозғалысының қарқындылығы (заттағы молекула, атомдар) алынады. Жылудың өлшеу бірлігі ретінде калория шамасын қолданады (кал) – 1 г суды 1 °С-қа жылыту үшін қажетті жылу шамасы (19,5 тан 20,5 °С-қа дейін). БЖ-де жылудың өлшеу бірлігі ретінде джоуль (Дж) — жұмыс, энергия мен жылу мөлшерінің әмбебап бірлігі қолданылады.

Практикалық мақсатта өлшеудің еселенген бірліктері қолданылады: 1 кДж = 10^3 Дж; 1 МДж = 10^6 Дж; 1 ГДж = 10^9 Дж.

Калория мен джоуль арасындағы қатынас келесі түрде болады: 1 кал $\approx$ 4,19 Дж.

Энергия — дене немесе жүйенің жұмысты жасай алу қабілеті.

Энергия түсінігі материяның қозғалысымен үздіксіз түрде байланысты болады: энергия материя қозғалысының физикалық өлшемі болып табылады. Энергия түрлерінің әр түрлі болуы (механикалық, химиялық, ядролық және т.б.) материалды денелер қозғалысының нақты түрлерінің сапалық айырмашылығымен шартталады.

Қуат — уақыттың бірлігінде жасалатын жұмыс. Қуат ватт бірлігімен өлшенеді (Вт): 1 Вт = 1 Дж/с.

Әрбір дененің кез келген күйде дене қозғалысының кинетикалық энергиясы $E_{\text{кин}}$ және күштердің кез келген сыртқы өрісіндегі (мысалға, ауырлық күшінің өрісінде, электрлік немесе магниттік өрісте және т.б.) дененің белгілі бір күйімен шартталатын потенциалды энергияның $E_{\text{пот}}$ қосындысы болатын ортақ E энергиясы, дене қозғалысымен немесе сыртқы күштік өрістің болуымен шартталмайтын және қарастырылатын дененің жекелеген бөлшектерінің меншікті энергияларынан тұратын ішкі U (жылулық) энергиясы болады.

$$E = E_{\text{кин}} + E_{\text{пот}} + U.$$

Жылу сыйымдылығы — жылуды жақындату (алыстату) кезінде дене температурасының жоғарылау (төмендеу) қабілеті.

Дененің жылу сыйымдылығы дененің температурасын 1°С –қа жоғарылатуға қажетті жылу мөлшеріне тең болады.

Меншікті жылу сыйымдылығы — зат салмағының бірлігін 1 °С-қа жылытуға қажетті жылу мөлшері.

Меншікті жылу сыйымдылықтың өлшеу бірлігі ретінде килоджоуль мен килограмм-Кельвин қатынасы (кДж/(кг • К)) немесе килоджоуль мен килограмм-Цельсий градусының қатынасы (кДж/(кг • °С)) алынады.

Кейбір материалдардың меншікті жылу сыйымдылығы 1.1 кестесінде берілген.

1.1 кесте. Кейбір материалдардың арнайы жылуы

Материал түрі	c , кДж/(кг • К)
Шойын, болат	0,470
Мыс және қорытпалар	0,372
Кож-мақта	0,764
Қызыл кірпіш	0,882
Су	4,190

t_1 температурасынан t_2 температурасына дейін m салмақты денені жылыту үшін қажетті Q жылу мөлшері келесі формула арқылы саналады

$$Q = cm(t_2 - t_1).$$

Энтальпия немесе **жылу ұстағыштық** жүйе күйінің бір мәнді функциясы болып табылады. Дененің энтальпиясы сандық мөлшерде осы дене күйімен байланысты болатын дененің барлық энергиясына тең болады.

Мысалға, газтекес заттың энтальпия H_r , кДж/м³ шамасы $^{\circ}\text{C}, t_r$ температурасы және тұрақты газ қысымы p кезінде мына формула бойынша анықталады

$$H_r = c_r t_r,$$

мұндағы c_r — тұрақты қысым кезіндегі газтекес заттың көлемдік жылу сыйымдылығы, кДж/(кг • $^{\circ}\text{C}$).

Қайнап жатқан судың энтальпиясы ашық түтікте 100 $^{\circ}\text{C}$ кезінде мына шамаға тең болады:

$$H_{к.в.} = c_B t_B = 4,19 \cdot 100 = 419 \text{ кДж/кг.}$$

Атмосфералық қысым кезіндегі құрғақ қаныққан будың энтальпия шамасы:

$$H_{н.п} = c_B t_B + r = 4,19 \cdot 100 + 2\,258 = 2\,667 \text{ кДж/кг.}$$

мұндағы r — атмосфералық қысым кезіндегі судың бу жасалуының жасырын жылуы, ол шама қайнау температурасы кезінде суды сұйық күйден бу күйіне айналдыруға қажетті жылу мөлшеріне тең болады.

Қысым өскесін бу жасалудың жасырын жылуы азаяды (1.2 кесте).

1.2. кесте. Су мен құрғақ қаныққан су буының қасиеттері

Абсолютті қысым кгс/см ²	Қайнау температурасы, °С	Бу тығыздығы, кг/м ³	Будың меншікті көлемі, м ³ /кг	Энтальпия, кДж/кг		Бу жасалудың жасырын жылынуы, кДж/кг
				Қайнаған су	бу	
0,2	59,67	0,129	7,789	250,7	2 617,0	2 366,3
0,4	75,42	0,246	4,066	316,7	2 643,9	2 327,2
0,6	85,45	0,360	2,782	359,1	2 660,7	2 301,6
0,8	92,99	0,471	2,125	390,6	2 672,9	2 282,3
1,0	99,09	0,580	1,725	416,6	2 682,9	2 266,3
1,2	104,5	0,687	1,455	438,5	2 691,0	2 252,5
1,7	115,00	0,956	1,044	483,0	2 709,0	2 226,0
2,0	119,62	1,109	0,902	499,8	2 714,5	2 210,9
5,0	151,11	2,620	0,382	554,8	2 756,5	2 117,6
9,0	174,33	4,456	0,219	741,3	2 781,7	2 040,4
14,0	194,13	6,974	0,143	828,7	2 798,0	1 969,4
20,0	211,38	9,852	0,102	906,8	2 807,7	1 909,9
40,0	249,18	19,700	0,051	1 085,3	2 809,8	1 724,5
50,0	262,70	25,000	0,040	1 149,3	2 795,6	1 646,3
60,0	247,29	30,300	0,033	1 208,4	2 786,8	1 578,4
70,0	284,48	35,714	0,028	1 266,6	2 775,5	1 513,8
80,0	293,62	41,667	0,024	1 311,1	2 762,0	1 451,0
90,0	301,92	47,619	0,021	1 357,1	2 747,0	1 389,8
100,00	309,53	55,556	0,018	1 401,1	2 730,2	1 329,1

1.4.

ТЕРМОДИНАМИКАНЫҢ БІРІНШІ ЖӘНЕ ЕКІНШІ ЗАҢДАРЫ

Әр түрлі физикалық, химиялық және өзге де процестерде (оның ішінде жылу қозғалтқыштарындағы жылудың жұмысқа айналуы) энергияның түрленудің заңдылықтарын зерттейтін термодинамикада елеулі орынды термодинамиканың бірінші және екінші заңдары немесе

термодинамиканың бірінші және екінші бастамалары деп аталатын заңдары алынады.

Термодинамиканың бірінші бастамасы барлық құбылыстар мен процестерге қолданылатын энергияның сақталу және түрлену заңдарының жылулық құбылыстарына, яғни табиғаттың әмбебап заңына қосымша болып табылады.

Энергияның бір-бірінен сапалық түрде өзгеше болатын алуан түрлі түрлері болады (мысалға, дене қозғалысымен байланысты болатын кинетикалық энергия; электрлік зарядтардың қозғалысымен байланысты болатын электрлік энергия; молекулярлық және ішкі молекулярлық қозғалысымен шартталатын ішкі энергия). Бір түрдің энергиясы денелердің өзара әрекеттесуі нәтижесінде энергияның кез келген басқа түріне ауысуы немесе өзгеруі мүмкін, сонымен қатар тұйықталған жүйеде энергияның барлық түрлерінің қосындысы тұрақты шама болып табылады. Басқаша айтатын болсақ, тұйықталған жүйенің энергиясы осы жүйеде өтетін кез келген процестері кезінде өзгермейді, жойылмайды және жоқтан пайда болмайды (энергияның сақталу және айналу заңы).

Жүйенің ішкі энергиясын екі тәсіл арқылы өзгертуге болады:

- Ол жүйеге Q жылудың біршама мөлшерін беруге;
- Осы жүйеге сыртқы күштер арқылы A^* жұмысын жасауға.

Сәйкесінше, осындай түрде жазуға болады

$$\Delta U = Q + A^*.$$

Жылу алмасу жолымен жіберілген энергия *жылу мөлшері* деп аталады. Сыртқы күштер A^* жұмысының орнына көбіне жүйенің сыртқы күштерге жұмсайтын A жұмысын қарастырады, және де $A^* = -A$.

Ендеше, термодинамиканың бірінші заңы келесі түрде жазылады:

$$Q = \Delta U + A$$

және келесі түрде тұжырымдалады: жүйеге берілген жылулық осы жүйенің ішкі энергиясын өзгертуге және жүйенің сыртқы күштерге қарсы жұмыс жасалуына жұмсалады.

Егер де дене энергиясы жылу алмасу жолымен ғана өзгерсе, онда $Q = \Delta U$ болады, яғни жылу мөлшері жылу алмасу кезіндегі дененің ішкі энергиясының өзгеріс шамасы болып саналады.

Денеге берілген жылу мөлшерін кейбір процестерде келесі түрде есептеуге болады:

- дене температурасы өзгерген кезінде

$$Q = c_T m \Delta t,$$

мұндағы m — дене салмағы, кг; c_T — дененің меншікті жылу сыйымдылығы (дене температурасының өзгеру аралығындағы орташа мәні Δt), кДж/(кг•К);

- сұйықтық буланған кезінде (немесе будың конденсациясы)

$$Q = rm,$$

мұндағы m — сұйықтық салмағы (бу), кг; r — бу жасалудың жасырын жылуы (конденсация), кДж/кг.

Термодинамиканың екінші бастамасына сәйкес жылу температурасы жоғары денеден температурасы төмен денеге ғана өтеді, оған қарама-қарсы процесс ешқашан да жүзеге аспайды, яғни температурасы төмен денеден температурасы жоғары денеге жылудың теңгерілмеген өтуі мүмкін емес процесс болып табылады.

Термодинамиканың екінші бастамасы жылудың жұмысқа айналу үшін қажетті шарттарды анықтайды: жүйеге (жұмыс денесі) берілген бар жылуды жұмысқа айналдыра алмайсың, себебі жылудың бір бөлігі шарасыз өзі қоршаған ортаға бөлінеді. Термодинамиканың екінші заңына сәйкес жылулық қозғалтқышта жылуды жұмысқа айналдыру үшін жылу көзімен қатар, салқындатқыш та болуы қажет. Мысалға, ішкі жану қозғалтқышының жұмысы пайдалынған қыздырылған газдардың шығуымен қатар жүреді, ал бу турбинасының жұмысы – салқындатқыш суы бар конденсатордың жылу жұмсалыуымен бірге жүзеге асырылады.

Ендеше, термодинамиканың екінші бастамасын келесі түрде тұжырымдауға болады: үздіксіз жұмыс істейтін жылулық қозғалтқышта берілген жылу мөлшері толығымен механикалық жұмысқа жұмсалмайды, себебі оның бір бөлігі салқын көзге беріледі.

1.5. СУ, СУ БУЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ҚАСИЕТТЕРІ

Су — химиялық қоспа, оның молекуласы үш атомнан, екі химиялық элементтен – сутегі мен оттегі элементтерінен тұрады. Су жақсы еріткіш болып саналады, сол себепті барлық табиғи сулар құрамы бойынша әр түрлі заттардан – тұздар, газ және т.б. элементтерден тұратын ерітінді болып табылады.

Жұмыс денесі мен жылу тасығышы ретіндегі су мен су буы өнеркәсіпте кең қолданылады, бұл судың табиғатта кең таралуымен және су мен су буының термодинамикалық қасиеттерінің жоғары болуымен түсіндіріледі.

Судың жылу сыйымдылығы көптеген сұйықтықтар мен қатты денелерге қарағанда жоғары: $0...100^{\circ}\text{C}$ температурасы мен атмосфералық қысым кезінде судың жылу сыйымдылығы $1 \text{ ккал}/(\text{кг} \cdot ^{\circ}\text{C})$ немесе $4,19 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot \text{K})$. Басқа сұйықтықтар мен қатты заттарға қарағанда судың жылу өткізгіштігі температураны 120 -ға ұлғайтқан кезінде жоғарылайды. 140°C қысымға байланысты алынады, ал температураны одан сайын ұлғайтқан кезінде – жылу өткізгіштік қасиеті төмендейді. Судың ең үлкен тығыздық мәні 4°C кезінде алынады.

Судың сұйық күйінен газтекес күйіне ауысуы *булану* деп аталса, газтекес күйінен сұйықтыққа ауысуы – *конденсация* деп аталады.

Судың буға айналуы екі жолмен жүзеге асырылады – булану және қайнау.

Булану процесі сұйықтық бетінен кез келген температура кезінде жүзеге асырылады. Булану кезінде сұйықтықтан салыстырмалы түрде жоғары жылдамдықты молекулалар бөлінеді, ал қалған молекулалар қозғалысының орташа жылдамдығы азаяды да, сұйықтық температурасы төмендейді.

Сұйықтыққа жылуды берген кезінде оның температурасы және булану қарқындылығы ұлғаяды да, белгілі бір температураға жеткенде сұйықтық қайнайды.

Қайнау — сұйықтыққа белгілі бір шамадағы жылу мөлшерін берген кезінде оның түгел салмағы бойынша қарқынды бу жасалу процесі. Судың қайнау процесі кезінде қаныққан бу түзіледі. Берілген процесс тұрақты температура кезінде жүзеге асады. Судың қалыпты атмосфералық қысым кезіндегі (760 сын.бағ.мм.) қайнау температурасы 100°C шаманы құрайды. Қысым жоғарылаған сайын қайнау температурасы да ұлғаяды.

Конденсация — будың конденсат деп аталатын сұйықтыққа айналу процесі. 1 кг будың конденсациясы кезінде сандық түрде бу жасалудың жасырын жылулыққа тең бөлінетін жылу мөлшері бу конденсациясының жылулығы деп аталады.

Берілген қысымдағы максималды тығыздыққа ие болатын бу *қаныққан* деп аталады. Қаныққан су буы ылғалды және құрғақ болып ажыратылады.

Қаныққан бу судың қайнауы кезінде алынады және бір қысым кезінде сумен бірдей температурада болады.

Ылғалды қаныққан будың көлемінде ұсақ тамшылар ретінде су болады, ол бу көпіршіктері қабықшаларының ажырауы кезінде

түзіледі.

Құрғақ қаныққан будың құрамында ылғал болмайды, бірақ оның қанығу температурасы болады.

Белгілі бір қысымның температурасы үшін қаныққан бу температурасынан асатын бу *қыздырылған* деп аталады. Бір қысым мөлшеріндегі қыздырылған және құрғақ қаныққан бу температураларының айырмашылығы будың *қызуы* деп аталады.

Ылғалды қаныққан будың маңызды сипаттамасы болып оның X құрғақтылық деңгейі алынады, бұл шама бу-сулы қоспасындағы бу үлесін анықтайды және Y шамасы сұйықтық үлесін анықтайды:

$$X = 1 - Y.$$

Су тамшыларының будан бөлінуі *сепарация* деп аталады, ал осы мақсатқа арналған құрылғылар – *сепараторлар* деп аталады.

Ылғалды қаныққан будың энтальпиясы h_X , кДж/кг болып белгіленеді және оның құрғақтылық деңгейі арқылы өрнектеледі

$$h_X = h' + rX,$$

мұндағы h' — қайнау температурасы кезіндегі судың энтальпия шамасы, кДж/кг. Қыздырылған бу энтальпиясы, кДж/кг:

$$h_{п.п.} = h'' + c_p(t_{п.п.} - t_{н.п.}),$$

мұндағы h'' — құрғақ қаныққан будың энтальпиясы, кДж/кг; c_p — тұрақты қысым кезіндегі будың меншікті жылу сыйымдылығы, кДж/(кг · К); $t_{п.п.}$, $t_{н.п.}$ — сәйкесінше қыздырылған және қаныққан будың температуралары, °С.

1.2 кестеде су мен су буының қысымның өсуіне байланысты жекелеген көрсеткіштерінің өзгерістері келтірілген.

1.6.

БУ АЙДАУ ҚҰРЫЛҒЫЛАРЫНЫҢ ТАҒАЙЫНДАЛУЫ, ҚҰРАЛЫ ЖӘНЕ ЖҰМЫС ІСТЕУ ПРИНЦИПІ

Бу айдау (бу турбиналы) құрылғысы – бу қазандығындағы органикалық отынды жандыру кезінде алынатын жылу энергиясы бу турбинасының валында механикалық энергияға айналатын техникалық құрылғы.

Конденсациялық электрлік станцияларда (КЭС) орнатылатын бу турбиналы қондырғылар (БТҚ) электрлік энергияны шығарады, ал жылуэлектрлік орталықтарда (ЖТО) орнатылатын БТҚ-лар электрлік энергиядан басқа жылулық энергияны да шығарады, сонымен қатар олар басқа машиналар мен механизмдердің жетектеріне (ауа

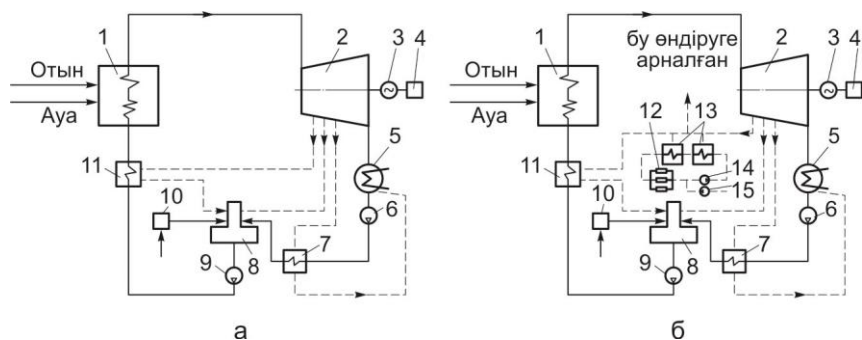
үрлегіштері, сорғыштар және т.б.), әр түрлі технологиялық процестерде буды қолданатын өндірістің технологиялық цикліне қосылады.

1.1 суретте электрлік станциялардың жеңілдетілген жылулық сызбалары келтірілген.

КЭС-да (1) бу қазандығының оттығына (1.1, а сурет) отын мен ауаны жібереді. Жылу алмасу процесінде қазандығында алынатын бу (2) бу турбинасына жіберіледі, ол (3) электрлік генераторды іске қосады. Нәтижесінде электрлік желіге бағытталатын электрлік ток түзіледі.

Турбинаның соңғы сатыларында буды салқындатқан кезінде турбина қазақтарын тоздыратын ылғал тамшылары шығуы мүмкін. Бу конденсациясының деңгейін төмендету үшін турбина сатыларында табиғи немесе жасанды көздің суы қолданылатын (5) конденсатор көмегімен қысымды төмендетеді (вакуумды ұлғайтады).

Кондесаторда алынған конденсат (6) сорғыш көмегімен төмен қысымды жылытқыш арқылы (ТҚЖ) (7) деаэраторға (8) ауыстырып құйылады, онда қанығуға жақын температура кезінде құрылғының коррозиясын тудыратын суда ерітілген газдардың бөлінуі жүзеге асырылады (O_2 , CO_2 және т.б.). Конденсат шығынын өтеу (су құбырларында немесе жылу энергиясын тұтынушылардың сызығы арқылы шығып кету)



1.1 сурет. Электрлік станциялардың жеңілденген жылу сызбалары: а — конденсациялық; б — жылу-электр орталықтары; 1 — бу қазандығы; 2 — турбина; 3 — генератор; 4 — электрлік энергияның түрлендіргіші; 5 — конденсатор; 6 — конденсаттық сорғыш; 7 — төмен қысымды жылытқыш; 8 — деаэратор; 9 — қоректендіру сорғышы; 10 — судың химиялық тазарту құрылғысы; 11 — жоғары қысымды жылытқыш; 12 — жылу тұтынушылары; 13 — желілік судың жылытқыштары (бойлерлер); 14 — желілік судың сорғышы; 15 — қорландыратын сорғыш

деаэраторға қосылатын сумен химиялық түрде тазартылған арнайы 10 құрылғыларда жүзеге асырылады. Одан кейін құнарлы деп аталатын газсыздандырылған және жылытылған су қайтадан қоректендіргіш сорғышпен 9 бу қазандығына беріледі. Сонымен қатар су қосымша түрде төмен қысымды регенеративті жылытқыштарда (ТҚЖ) 11 ысытылады. Суды ТҚЖ, деаэраторда, ЖҚЖ-да ысыту процесі электр станцияларының пайдалы әсер коэффициентін (ПӘК) жоғарылатуға мүмкіндік туғызады.

Деаэратор 8, ТҚЖ 7 және ЖҚЖ 11 турбина буының регенеративті іріктемелерімен ысытылады.

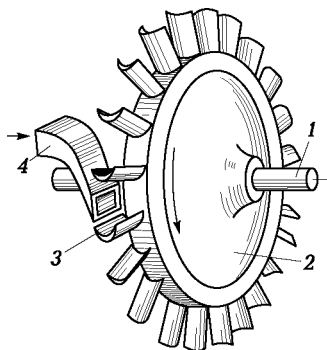
ЖЭО-дың жылу сызбасы (1.1, 6 суреті) КЭС-дың сызбасынан буды өнеркәсіптік және жылулық тұтынушыларына бағыттаушы бу құбырларының, турбинаның бу іріктемелерін қолданатын желілік суды арнайы қыздырғыштар 13 – бойлердің және жылу тұтынушыларына 12 ыстық суды беретін желілік судың сорғыштарының 14 болуымен ерекшелінеді. Жылу желісінің қоректенуі қорландыратын сорғыш 15 арқылы жүзеге асырылады.

Бу турбинысы — жылулық кеңейтуші турбомашина, оның ішінде қыздырылған және сығылған будың потенциалды энергиясы қалақтық аппаратта кеңейткен кезінде кинетикалық энергияға, содан кейін айналдырушы валда механикалық жұмысқа толығымен айналады.

Қарапайым бу турбинысы (1.2 сурет) 4 шүмектен, 1 валға отырғызылған 2 ротордың дисктерінің шеңберіне бекітілген 3 жұмыс қалақтарынан тұрады. Будың жылулық (потенциалды) энергиясы 4 шүмектегі кеңейтулер кезінде будың үлкен жылдамдықпен қозғалатын кинетикалық энергияға түрленеді. Бу ағыны шүмектен шыққанда 3 майыстырылған қалақтарына соғылады немесе айнала ағып кетеді. Бу ағынының әсерімен вал айналуға жіберіледі.

Бу ағынының жылдамдығы шүмек каналына дейін және кейінгі будың қысымы мен температурасына және бу ағып кететін шүмек каналының формасына тәуелді болады.

Бу шүмектен ағып кететін болады, яғни будың жылулық энергиясы шүмектен кейінгі бу қысымы шүмекке дейінгіден төмен болатын жағдайда кинетикалық түріне ауысады.

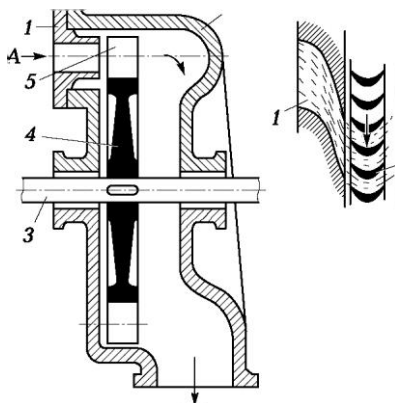


1.2 сурет. Қарапайым бу турбинысының құрылғысы:

1 — вал; 2 — диск; 3 — қалақ; 4 — шүмек

1.3 сурет. Бір сатылық белсенді турбина (көрсеткіштермен бу ағыны көрсетілген):

1 — шүмек; 2 — корпус; 3 — вал; 4 — диск; 5 — қалақ



Шүмекке дейінгі және кейінгі бу қысымдары арасындағы айырмасы қаншалықты үлкен болса, соншалықты бу жылулығы көбірек оның кинетикалық (механикалық) энергиясына айналады.

Жұмыс денесінің (бу) кеңею сипатына байланысты турбинаның белсенді және реактивті сатылары ажыратылады (саты – қозғалыссыз шүмек аппараты мен айналушы жұмыс дөңгелегінің жиынтығы).

Белсенді сатыларда будың потенциалды энергиясы кинетикалық энергияға тек шүмектік аппараттарда түрленеді және кинетикалық энергия жұмыс қалақтарын айналдыру үшін қолданылады.

Реактивті сатыларда жұмыс денесінің кеңеюі шүмектік аппаратта басталады да, реактивті шүмек конфигурациясына ие жұмыс қалақтарының каналдарында жалғасады.

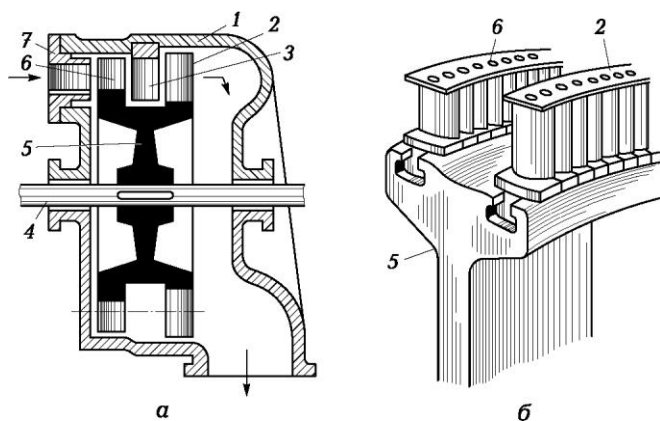
Пайдалы жұмыс белсенді сатыда тек жұмыс денесінің ағын бағыты өзгерген кезінде ғана жүзеге асырылады, ал реактивті сатыда – сонымен қатар қалақ арасындағы каналдарда жұмыс денесінің кеңеюі нәтижесінде түзілетін реакция күшінің көмегімен жүзеге асырылады.

Бір шүмегі мен жұмыс қалақтары бар бір дисктен тұратын турбиналар бір сатылық (1.3 сурет) деп аталады, яғни, ондай турбиналарда қысымның бір сатысы ғана болады. Одан үлкенірек турбиналарда қысымның үлкен айырмаларын жүзеге асыру үшін бірнеше тізбектеп орналасқан қысым сатылары қолданылады. Қысымның сатылары көп болған кезде будың кеңеюі бір шүмекте емес, жұмыс қалақтары салынған тізбектеп орналасқан шүмектерде жүзеге асырылады. Жұмыс қалақтарының дисктері бір валға бекітілген. Шүмектер турбина корпусын жекеленген камераларға бөлетін диафрагма шеңбері бойынша жөнделіп жасалған.

Турбина тиімділігін жоғарылату үшін сонымен қатар арасында турбинаның 1 корпусына 3 қозғалыссыз бағыттаушы қалақтар орналастырылған жұмыс қалақтарының 2 және 6 (1.4 сурет) бірнеше қатары бар қысым сатыларына қарағанда жылдамдық сатылары қолданылады. Шүмектерден 7 түсетін бу ағыны үлкен жылдамдықпен 6 жұмыс қалақтарына бағытталады.

Бірінші қатардағы қалақаралық каналдар арқылы бу қозғалысы кезінде оның кинетикалық энергиясының бір бөлігі механикалық энергияға ауысады, бұл процессте бу ағынының жылдамдық азаюымен және бағыттың өзгерімен бірге өтеді. Қалақтардың бірінші қатарынан шыққан кезінде бу жылдамдығы жоғары болып қала береді.

Қозғалыссыз бағыттаушы қалақтар 3 бу ағынын екінші сатыдағы жұмыс қалақтарына жібереді де, онда осы ағын энергиясының тағы бір бөлігі жұмысқа түрленеді. Қозғалыссыз қалақтар оларға бу қысым жасаса да, жұмыс жасамайды. Бұды тізбектеп жылдамдықтың сан қатарынан кткізіп, шығыс жақта нөлге жақын ағын жылдамдығын алуға болады, яғни, будың барлық кинетикалық энергиясы толығымен механикалық жұмысқа түрленеді. Жылдамдық сатыларын көбіне Кертис сатылары деп атайды (оларды ойлап шығарған адамның құрметіне). Заманауи көп сатылы бу турбиналары жылдамдықтың екі сатысынан және сан қатар қысым сатыларынан тұрады.



1.4 сурет. Екі жылдамдық сатылары (а) мен дисктегі қалақтардың орналасуы (б) бар белсенді турбина (көрсеткіштермен бу ағыны көрсетілген):

1 — корпус; 2, 6 — сәйкесінше жұмыс қалақтарының екінші және бірінші қатары; 3 — бағыттауыш қалақтар; 4 — вал; 5 — диск; 7 — шүмек

Бу турбиналары екі классқа ажыратылады: конденсациялық турбиналар мен қарсы қысымы бар турбиналар.

Конденсациялық турбиналарда бу атмосфералықтан төмен шамаға дейін кеңейеді, ал *қарсы қысымы бар турбиналарда* — атмосфералықтан жоғары болып көтеріледі.

Қарсы қысымы бар турбиналар конденсациялық турбиналар сияқты жұмсалған будың реттелетін және реттелмейтін іріктемелерінен тұруы мүмкін, яғни будың бір бөлігі турбина корпусынан ол шығысқа жеткенше дейін ертерек бөлінеді.

Турбинаның реттелетін іріктемелерінен алынатын бу алуан түрлі өнеркәсіптік және коммуналдық тұтынушыларды жылумен қамту үшін қолданылады. Турбинаның реттелмейтін іріктемелерінен алынатын бу қоректендіргіш суды ысыту үшін қолданылады.

Жұмсалған буы төмен қысымды турбиналарда қолданылатын қарсы қысымы бар турбиналар алдын ала қосылған деп аталады.

Бу турбиналары келесі түрде белгіленеді: К-200-130, Р-50-13/13, ПТ-50-13/13 және т.б. Бірінші әріптері турбина типін сипаттайды: К — конденсациялық; Т — жылыту мақсаттағы бу іріктемесі өтетін конденсациялық; П — өнеркәсіптік тұтынушыларға арналған бу іріктемесі бар конденсациялық; ПТ — екі реттелетін бу іріктемесі бар конденсациялық; Р — қарсы қысыммен. Содан кейін белгілеуде турбина қуаты (МВт) және будың бастапқы қысымы (кгс/см^2) көрсетіледі, ал қиғаш түзуден кейін — өнеркәсіптік тұтынушы немесе турбинаның қарсы қысымының мұқтаждықтары үшін іріктелетін будың номиналды қысымы көрсетіледі.

1.7. ЖЫЛУ БЕРУ ТӘСІЛДЕРІ

Қазандық құрылғыларында отын жану өнімдерінен жылу ысытылған суға, бу-сулы қоспаға, буға, ауаға әр түрлі тәсілдер арқылы беріледі: жылулық сәулелену (радиация), конвекция және жылу өткізгіштігі арқылы.

Жылулық сәулелену (радиация) — жылулық энергияның бір денеден аралықта тұрған екінші денеге электромагнитті толқындар арқылы таралу процесі, мысалға шырактан қазандық агрегатының жылыту бетіне жылудың таралуы.

Конвекция — жылу энергиясының сұйық немесе газдың кеңістіктік бойынша тасымалдау кезінде таралу процесі.

Егер жылу энергиясының қозғалысы сұйықтық немесе газ тығыздықтарының айырмасы негізінде туындаса, онда конвекция *табиғи* деп аталады. Табиғи конвекцияның мысалы ретінде жылы

батареядан жылудың барлық бөлме бойымен таралуын алуға болады. Ауа ыстық батареямен қарым-қатынасқа түскенде жылынып, оның тығыздығы азаяды да, ол жоғарыға көтеріледі, ал оның орнына одан салқын ауа алмасып келеді.

Егер де сұйықтық немесе газдың қозғалысы сорғышпен немесе желдеткіштің көмегімен жасалатын қысыммен өтетін болса, онда конвекция *еріксіз* деп аталады.

Жылу өткізгіштігі — заттағы атомдар, молекулалар мен бос электрондардың жылу қозғалысының нәтижесінде жылулық энергияның таралу процесі. Осындай түрде, мысалға, қыздыратын құбыр қабырғасынан салыстырмалы түрде салқын жылу тасығышының әсеріндегі оның ішкі беттерге жылу берілу процесі өтеді.

Дененің жылулық күйі оның температурасымен сипатталады. Жылу өткізгіштігі болған кезінде дененің әр түрлі бөліктерінің температурасы әр түрлі шамада болады, бірақ та нүктеден нүктеге қарай температура үздіксіз түрде өзгереді. Денедегі барлық температура мағыналарының жиынтығы *температуралық өріс* деп аталады.

Өз бетімен жылулық энергия тек температураның азаю жағына ғана өте алады. Жылудың уақыт бірлігінде өту мөлшері жылу ағыны Q , кДж деп аталады. Жылу ағыны қима ауданының бірлігі m^2 немесе F бет бірлігі бойымен өту мөлшері жылу ағынының тығыздығы немесе меншікті жылу ағыны q , кВт/ m^2 деп аталады:

$$q = \frac{Q}{F}.$$

Жылуды жылу өткізгіштігі арқылы беру кезінде берілген жылу мөлшері материал түрі мен дене шекараларындағы температура айырмасына тәуелді болады. Заттың жылуды өткізу қабілеті жылуөткізгіштік коэффициентімен λ , Вт/(м • К) сипатталады.

Жылуөткізгіштік коэффициентінің мағынасы әр түрлі заттар үшін әр түрлі болады, олар көбіне зат құрылымына, тығыздығына, ылғалдылық, қысым мен температураға тәуелді болады. 1.3 кестеде кейбір заттардың жылу өткізгіштік коэффициенттерінің шамалас мәндері келтірілген.

Сұйық орта мен газдарда жылудың өтуі көбіне бөлшектердің алмасу әрекеті – конвекция көмегімен жүзеге асырылады. Бөлшектер қозғалысының кішкентай жылдамдықтары кезінде ағу сипаты жылғалық (ламинарлық режим), ал үлкен жылдамдықтарда -

1.3 кесте. Әр түрлі заттардың жылу өткізгіштік коэффициенттері λ

Заттар мен материалдар	λ , Вт/(м·К)
Құрылыс және оқшаулағыш материалдар	0,023...3
Қызыл кірпіш, 0...300 °С	0,46...0,70
Ағаш	0,058.0,400
Мыс	394
Темір	46
Болат	11,6...58
Су, 0.100 °С	0,14...0,28
Ауа, 0.1 000 °С	0,093...0,700

реттелмеген-құйын тәріздес (турбулентті қозғалыс) болады. Ламинарлық режимнен турбулентті режимге ауысу қозғалыс жылдамдығына w , сұйықтық тұтқырлығы (немесе газ) және су құбырының диаметріне (немесе канал) D тәуелді болады.

Конвекция көмегімен берілетін жылу мөлшері келесі түрде өрнектеледі, кДж/с:

$$Q = \alpha F(t_{\text{СТ}} - t_{\text{ж}}),$$

мұндағы α — қабырға $f_{\text{каб}}$ мен сұйықтық температураларының $t_{\text{СТ}}$ 1 °С-қа тең айырмасы кезінде бет бірлігі арқылы уақыт бірлігінде берілген жылу шамасына тең жылу бергіштік коэффициенті, Вт/(м²·К).

Еріксіз конвекция кезіндегі жылу бергіштік коэффициенті жылу тасығышының қозғалыс жылдамдығы өскен сайын және құбыр диаметрлері азайған сайын, ұлғаяды.

Жылу бергіштік коэффициенті сонымен қатар жылу тасығыш қозғалысының өтетін қыздыру бетіне қатысты жүру бағытына тәуелді болады (бойлық және көлденең).

Басқа бірдей шарттар кезінде (қозғалыс жылдамдығы, жылу тасығыш температурасы, құбырлар диаметрі мен т.б.) жылу бергіштік коэффициенті көлденең шаю кезінде құбырлардың шахматтық тобында коридорлық орналасуға қарағанда жоғары болады.

Қыздырылған денеде жылу энергиясының бір бөлігі әрқашанда сәулелі түріне айналады. Сәуле шығару барлық денелерге тән. Басқа денелерге түскен кезінде сәулелік энергияның бір бөлігі жұтылады, бір бөлігі шағылады, қалған бөлігі дене арқылы өтеді. Денемен жұтылатын сәулелік энергия қайтадан жылулық түріне ауысады.

Шағылатын сәулелік энергия басқа денелерге түсіп (қоршаған денелер) олармен жұтылады. Дене арқылы өтетін сәулелік энергия да осындай түрде түрлінеді.

Осылайша, әрбір дене тұрақты түрде сәулелік энергияны таратумен қатар, тұрақты түрде оны жұтып отырады. Энергияның өзара қосарланған айналумен байланысты осындай құбылыстардың нәтижесінде сәулелік жылу алмасу процесі жүзеге асырылады.

Берілетін немесе алынатын жылу мөлшері дененің сәулелік энергияны тарататын немесе жұтатын мөлшерлерінің айырмасымен анықталады.

Жылулық сәулелерді жұту немесе шағылыстыру процесінде беттің күйі үлкен рөл ойнайды: кедір-бұдырлы беттердің жұту қабілеті тегіс беттерге қарағанда әлдеқайда жоғары болады.

Уақыт бірлігінде бет бірлігінен өтетін сәулелік энергияның мөлшері *сәулелік ағынның беттік тығыздығы* деп аталады E , кДж/(м²-сағ). Меншікті сәулелену толығымен дененің физикалық қасиеттері мен температурасы негізінде анықталады. Меншікті сәулеленудің ағын тығыздығы *дененің сәуле шығарушы қабілеті* деп аталады.

Жылулық сәулелену температураға қатты тәуелді болады. Стефан-Больцман заңына сәйкес қыздырылған дененің тарататын энергия мөлшері, кВт/м², абсолютті температураның төртінші дәрежесіне пропорционалды болады:

1.4 кесте. Әр түрлі температура кезіндегі t кейбір материалдардың қаралық дәрежесі ε

Материал	t , °C	ε
Тотыққан темір	125...525	0,78...0,82
Өңделген мыс	80...115	0,018...0,023
Тотыққан мыс	200...600	0,57...0,87
Асбест картоны	40...370	0,93...0,95
Қызыл кірпіш	20	0,93
Отқа төзімді кірпіш	—	0,8...0,9
Күйе	95...270	0,95

$$E = \sigma T^4 = C \left(\frac{T}{100} \right)^4,$$

мұндағы σ — сәулелену константасы; C — сәулелену коэффициенті.

Өзіне түсетін сәулелік энергияны толығымен жұтатын абсолютті кара дене үшін сәулелену коэффициенті $C_0 = \sigma \cdot 10^8 = 5,67 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К}^4)$ мәніне тең.

Өзіне түсетін сәулелік энергияны ішінара жұтатын, шағылыстыратын және өткізетін сұр денелер үшін сәулелену заңын келесі түрде өрнектеуге болады:

$$E = \varepsilon E_0 = \varepsilon C_0 \left(\frac{T}{100} \right)^4.$$

Каралық деңгейі ε (1.4 кесте) сұр дененің сәуле шығару қабілетіне қатысты сәулелік қабілеттің қатынасын көрсетеді абсолютті кара дене:

$$\varepsilon = \frac{E}{E_0} = \frac{C}{C_0}.$$

1.8. КӨПҚАБАТТЫ ҚАБЫРҒА АРҚЫЛЫ ЖЫЛУ БЕРУ

Шын мәнде жылу тасымалының процестері көбіне бірқалыпты ағып, бірлесіп әсерлеседі. Мысалға, жоғары температуралы отынның жану өнімдерінен бу қазандығындардағы қайнататын құбырдың сыртқы бетіне жылу тасымалы конвекция және сәулелену арқыды орындалады; сыртқы жағынан ластанған және ішкі жағынан қақталған құбыр қабырғасынан жылу мөлшері жылу өткізгіштік арқылы, ал құбырдың ішкі бетінен суға қарай – конвекция арқылы тасымалданады. Жалпы алғанда мұндай процесс жылуберілім деп аталады, және оның сандық сипаттамасы ретінде K жылуберілім коэффициенті алынады, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, ол коэффициент бір жылу тасығыштан басқасына ауысқанда және олардың арасындағы температура айырмасы 1°C (1 К) болған кездегі бет бірлігінен уақыт бірлігінде өтетін жылу мөлшерін анықтайды. Жылу берілім өрнегі келесі түрде өрнектеледі:

$$Q = KF\Delta t,$$

мұндағы Q — қосынды жылу ағыны, Вт ; F — қыздыру бетінің ауданы, м^2 ; Δt — жану өнімдері мен қыздырылған судың қыздыру беті бойынша орташа мәні, $^\circ \text{C}$.

Жылу беру коэффициенті K берілген жағдай үшін келесі түрде өрнектеледі:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_{BH}}{\lambda_{BH}} + \frac{1}{\alpha_2}}.$$

Мұндағы $\alpha_1 = \alpha_K + \alpha_L$ — жылу берілімнің қосынды коэффициенті (жану өнімдерінен қайнататын құбыр қабырғаларына конвекция арқылы (α_K) және сәулелену арқылы (α_L), Вт/(м² • К); $\delta_n, \delta_m, \delta_{BH}$ — сәйкесінше сыртқы ластану мен металл қабырғасы мен ішкі қабаттың қалыңдығы, м; $\lambda_n, \lambda_m, \lambda_{BH}$ — сәйкесінше сыртқы ластану мен металл қабырғасы мен ішкі қабаттың жылу өткізгіштік коэффициенттері, Вт/(м•К); α_2 — ластанудың ішкі қабатынан суға конвекция арқылы жылу бергіштіктің коэффициенті, Вт/(м² • К).

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Қазандық агрегатында қандай заттар жылу тасығыштары болып табылады және олар қандай параметрмен сипатталады?
2. Зат температурасы дегеніміз не? Температураның өлшеу бірлігі қандай болады? Қазіргі уақытта көбіне қандай температура межеліктері қолданылады?
3. Қысым дегеніміз не? Қысымның қандай түрлері бар?
4. Жылу, энергия, қуат дегеніміз не?
5. Зат энтальпиясы нені сипаттайды?
6. Термодинамиканың бірінші және екінші заңдарының негізгі мәні неде?
7. Судың негізгі жылу-физикалық қасиеттерін атаңыз.
8. Булану, қайнау және конденсацияның анықтамалары қандай?
9. Қандай бу қаныққан, ал қандай бу түрі қыздырылған деп аталады? Будың құрғақтық деңгейі дегеніміз не?
10. Жылу берілудің негізгі тәсілдерін атаңыз және осы тәсілдердің әрқайсысының мәнін түсіндіріңіз.
11. Конвективті жылу алмасу дегеніміз не және оның тиімділігі қандай факторларға тәуелді?
12. Стефан-Больцман заңының негізгі мәні неде?
13. Жылу беру коэффициентін не сипаттайды және ол шама неге тәуелді болады?

ҚАЗАНДЫҚ АГРЕГАТТАРЫНЫҢ ЖҰМЫС ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ЖЫЛУТЕХНИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУ ЖАСАУ

2.1. ӨЛШЕМ ТҮРЛЕРІ

Қазандық агрегаттарының жұмыс процесінде температура, қысым, барабандағы су деңгейі мен газ құрамын және т.б. көрсеткіштерді өлшеп тұру қажет.

Өлшеу үшін заттың физикалық және химиялық қасиеттерін қолдануға негізделген аспаптар қолданылады. Физикалық шамаларды өлшеу абсолютті түрде нақты болмайды, себебі өлшеу аспаптары, өлшеу тәсілдері мен бақылаушының жекеленген қасиеттері және т.б. сипаттары бар жағдайда тұрақты болмайды. Өлшеу процесі кезінде туындайтын қателер *өлшеу қателіктері* деп аталады. Өлшеу қателіктерінің келесі түрлері ажыратылады.

Абсолютті қателік — аспап көрсетілімі мен өлшенетін шаманың нақты мәнінің айырмасы.

Салыстырмалы қателік — абсолютті қателіктің өлшенетін шаманың нақты мәніне қатысты қатынасы. Салыстырмалы қателік пайызбен өлшенеді.

Қалыпты жұмыс шарттары кезіндегі өлшеуіш аспаптың қасиеттері мен күйіне тәуелді болатын өлшеу қателіктері *негізгі (құралдық)* деп аталса, қалған басқа қателіктер *қосымша* деп аталады.

Кез келген аспаптарда, жаңа болса да, өлшеудің негізгі қателігі болады, оның мәні көбіне аспап тағайындалуына, құрылу типіне және дайындалу сапасына тәуелді болады.

Уақыт өткесін аспаптың негізгі қателігі көбіне серіппелі элементтердің қалдық деформацияларының пайда болуына, жұмыс бөліктерінің тозуына, өлшеу механизмінің ластануы немесе бұзылуына және т.б. оқиғаларға байланысты ұлғаяды, сол себепті қайта-қайта аспап жұмысын бақылап жүру қажет және қажеттілік кезінде оны жөндеп тұру қажет.

Қосымша қателіктер аспаптың дұрыс орнатылмауы, тербеліс, температура және ылғалдылық әсерінің нәтижесінде туындайды.

Барлық аспаптар үшін олардың тағайындалуына, дайындалу сапасы мен өлшеу шектігіне сәйкес болжалды негізгі қателіктерді орнатады, ол қателіктер аспаптың екі жағына (ұлғаю және кішірею) нақты өлшемнен ең үлкен болжалды (шекті) ауытқуын сипаттайды.

Егер де аспапты тексерген кезінде негізгі қателік оның межелігіндегі кез келген нүктесінде немесе оның жұмыс бөлігінде ұйғарынды шамадан аспаса, онда аспап қолдануға жарамды деп алынады. Керісінше жағдайда аспап жөндеуге немесе қайта градустанану әрекетіне жіберілу қажет.

Аспаптың келтірілген негізгі қателігі Π , %, негізгі абсолютті қателікке A тәуелді болады және межелік аралығындағы пайызбен белгіленеді:

$$\Pi = \pm \frac{A}{A_B - A_H} 100,$$

мұндағы A_B , A_H — сәйкесінше аспаптың жоғарғы және төменгі межеліктерінің шектік мәндері.

Аспаптар нақтылық кластары бойынша ажыратылады, олардың шартты белгіленуі келтірілген негізгі қателік мәндеріне сәйкес келеді. Мысалға, келтірілген негізгі ақаулық мәндері $\pm 0,6$ және $\pm 1,6\%$ шамасына тең аспаптар сәйкесінше 0,6 және 1,6 нақтылық кластарына жатқызылады.

Қолданыстағы нормаларға сәйкес барлық жылутехникалық аспаптар келесі нақтылық кластарына ажыратылады: 0,06; 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,6; 1; 1,6; 2,5 және 4. Нақтылық классы көбіне аспап циферблатында көрсетіледі.

2.2. ТЕМПЕРАТУРА ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН АСПАПТАР

2.2.1. Жалпы мәліметтер

Температура дененің жылулық күйінің өлшемі, яғни дененің қызу деңгейі болып табылады.

Кез келген дененің температурасын өлшеу тікелей түрде орындалмайды (басқа физикалық шамаларды өлшейтіндей сияқты,

мысалға, ұзындық, салмақ, көлем), себебі табиғатта бұл шаманың эталоны немесе бірлік үлгісі болмайды. Қыздырылған денемен қарым-қатынасқа түскен кезінде жылулық тепе-теңдікке түсетін термометрлік деп аталатын заттың температурасы басқа заттың физикалық қасиеттерінің өзгерісін бақылаған кезінде салыстыру арқылы анықталады.

Осындай тәсіл арқылы қыздырылған орта (дене) температурасының абсолютті мәні анықталмай, олардың тек шартты түрде нөлдік деп алынған термометрлік заттың бастапқы температурасына қатысты температураларының айырмасы ғана саналады.

Қыздыру процесіндегі заттың ішкі энергиясының өзгерісі кезінде оның барлық физикалық қасиеттері өзгереді, бірақ температураны өлшеу кезінде тек температура ауытқыған кезінде өзгерген және басқа факторлардың әсеріне төзімді және салыстырмалы түрде нақты өлшеуге жеңіл тартылатын көрсеткіштерді ғана алады. Бұл шарттарға көбіне жұмыс заттарының көлемдік кеңею, тұйық көлемдегі қысым өзгерісі, электрлік кедергі, термоэлектр қозғаушы күштің (термоЭҚК) пайда болуы және сәулелену қарқындылығы сияқты қасиеттер толығымен сәйкес келеді. Осы қасиеттердің өзгеріс процесіне температура өлшеу аспаптарының әрекет ету принципі негізделген.

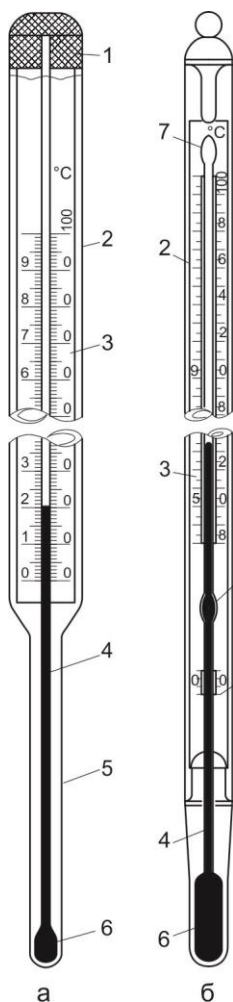
2.2.2. Кеңею термометрлері

Кеңею термометрлерінің әрекет ету принципі денелердің өз көлемдерін өзгерту қасиетіне негізделген, сәйкесінше температура өзгерісі кезіндегі сызықтық өлшемдердің өзгерісі.

Сұйықтық құйылған шыны термометрлерінде жұмыс заты ретінде сынап және органикалық сұйықтықтар – этил спирті, толуол, пентан және т.б. қолданылады.

Салыстырмалы түрде кең қолданыста сынапты шыны термометрлері қолданылады. Қалыпты абсолютті қысым кезінде сынап $-39\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан (кату нүктесі) $357\text{ }^{\circ}\text{C}$ -қа (қайнау температурасы) температура аралығында сұйық түрінде бола алады. Органикалық заттар құйылған шыны термометрлері $190\ldots 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ температура аралығында температура өлшеуге жарамды.

Сынап термометрлерінің термометрдегі шыны қабықшасының жұмсалыу температурасымен шектелетін өлшеудің жоғарғы шегі сынаптың қайнату нүктесін жасанды түрде жоғарылату арқылы жүзеге асырылады. Осы мақсатпен термометрлерде жоғары температураларды өлшеу үшін



2.1 сурет. Сынап термометрлерінің типтері:

а — межелік қоса салынған техникалық; *б* — нөлі жоқ межелігі бар лабораторлық; 1 — гипспен құйылған тығын; 2 — қабықша; 3 — межелік; 4 — капилляр; 5 — термометрдің төменгі бөлігі; 6 — резервуар; 7, 8 — капилляр кеңеюі; 9 — қосымша межелік

(500 °C және жоғары) капилляр кеңістігі 2 МПа (20 кгс/см²) шамасынан жоғары қысым кезінде инертті газбен (азотпен) толтырылады.

Сынапты шыны термометрлерінің екі түрі дайындалады: қоса салынатын межелікпен және таяқшалы.

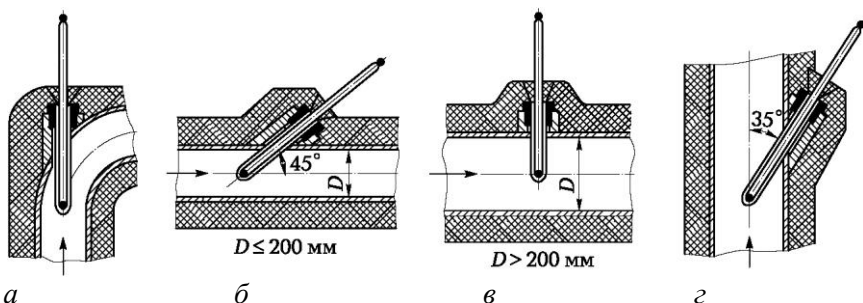
Қоса салынған межелігі бар техникалық термометр (2.1, *а* сурет) сынапқа толы резервуардан 6, капиллярдан 4, ақ түсті шыны пластинкадан жасалған межеліктен 3 және капилляр мен межелік бекітілген цилиндрлік қабықшадан 2 тұрады.

Лабораторлық таяқшалы термометр (2.1, *б* сурет) сыртқы диаметрі 6...8 мм болатын қалың қабырғалы капиллярмен 4 біріктірілген резервуардан 6 тұрады. Термометр межелігі тікелей капиллярдың сыртқы бетіне шыныға керткітер ретінде жасалған.

Шыны термометрінің көрсетілімдері резервуар температурасымен қатар, капилляр ішіндегі сұйықтық бағанасына тәуелді болады. Техникалық термометрлер белгілі бір

тереңдікке батырылған кезінде немесе шығатын бағананың белгілі бір температурасына сәйкес градустанады. Лабораторлық термометрлер өлшенетін ортаға саналатын температуралық белгіге дейін толығымен батырылған кезінде градустанады.

Температураны өлшейтін сынапты термометрдің нақтылығы кез келген басқа аспап сияқты оны орнату тәсіліне тәуелді болады. Аспаптың жылудың көп бөлігінің қоршаған ортаға шығуына әкелетін дұрыс емес орнатылуы ол аспап көрсетілімінің нақтылығын 10... 15%-ға төмендеуін тудыруы мүмкін.



2.2 сурет. Сынапты термометрдің қорғаныс гильзасына орнату нұсқалары:

а — құбыр желісінің осі бойымен; *б* — көлденең құбыр желісінің осіне көлбеулетіп; *в* — көлденең құбыр желісінің осіне перпендикуляр; *г* — тігінен құбыр желісінің осіне көлбеулетіп; *D* — құбыр желісінің диаметрі.

Сынапты термометрлерді орнатудың екі тәсілі қолданылады: қорғаныс гильзаларына және оларсыз (термометрді тікелей өлшенетін ортаға батыру арқылы).

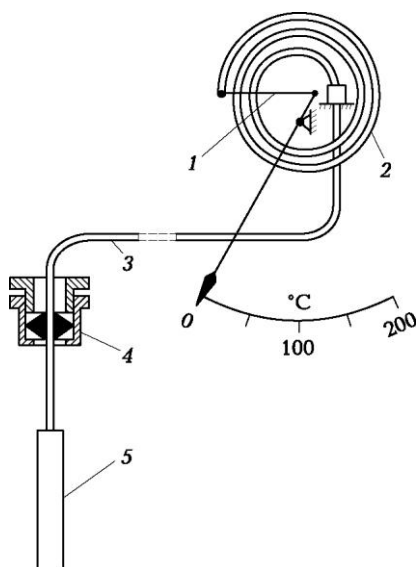
Термометрдің сынып қалуын алдын алатын қорғаныс гильзасында орнату кең қолданысты алуда (2.2 сурет).

2.2.3. Манометрлік термометрлер

Манометрлік термометрлердің әрекеті сұйықтықтың, газ немесе будың тұйық көлемде температураға байланысты өлшеуге негізделген. Манометрлік термометрлер техникалық түрде көрсететін немесе өздігінен жазып алатын аспаптар болып табылады және $-200...600^{\circ}\text{C}$ аралығындағы температураны өлшеуге арналған. Манометрлік термометрлердің нақтылық кластары 1,5 — 2,5.

Манометрлік термометрдің сызбасы 2.3 суретте көрсетілген. Жұмыс затымен толтырылған аспаптың тұйықталған жүйесі өлшенетін ортаға салынатын термобаллоннан 5, күш арқылы 1 аспаптың бағдарына немесе көрсеткішіне әсер ететін құбырлы (манометрлік) серіппеден 2 және серіппені термобаллонмен қосатын капиллярлық түтіктен 3 тұрады.

Термобаллон бір жағынан жабық, ал басқа жағы — капиллярмен көлемдік штуцер көмегімен 4 сальник тығыздамасы және бұранда арқылы қосылған болат немесе латун құбыры түрінде жасалады. Термобаллонды құбыр желілерінде, бактарда және т.б. жерлерде орнатады.



2.3 сурет. Манометрлік термометрдің сызбасы:

1 — күш; 2 — құбырлы серіппе; 3 — капилляр түтігі; 4 — сальникті тығыздамасы бар штуцер; 5 — термобаллон

Термобаллонды қыздырған кезінде оның ішіндегі жұмыс сұйықтығының қысымының жоғарылауы капилляр арқылы құбырлы серіппеге жіберіледі де, оның орнын ауыстыруын тудырады. Біріктіруші капиллярды ішкі диаметрі 0,2...0,4 мм және қабырға қалыңдығы 0,5 ...2,0 мм болатын мыс немесе болат түтіктен жасайды. Сыртынан капилляр металл орағышымен қапталған. Капилляр ұзындығы 60 м шамада болады.

Газ манометрлік термометрлер азотпен толтырылады. Сұйықтықты манометрлік термометрлерді толтыру үшін сынап, ксилол, бастапқы қысым кезінде толуол 1,5.2,0 МПа (15.20 кгс/см²) құйылады.

2.1 кесте. Манометрлік термометрлердің сипаттамалары

Манометрлік термометрдің түрлері	Марка	Өлшеу шектері, °C	Капилляр ұзындығы, мм
Газдық көрсетуші белгілеуші	ГП-100Эк	-50...600	1,6...40,0
	ТКП-100	0...50	1,6...25,0
Конденсациялық көрсетуші	ТКП-160Сг	200...300	
Сұйықтықты көрсетуші	ГЖП-100	-50...200	1,6...6,0

Бу-сұйықтықты манометрлік термометрлерде жұмыс сұйықтығы ретінде төменқайнаушы органикалық сұйықтықтар қолданылады: метил хлориді, ацетон, толуол, спирт.

Манометрлік термометрлердің сипаттамасы 2.1 кестеде келтірілген.

2.2.4. Кедергі термометрлері

Температураны өлшегенде кедергі термометрлері кең қолданылады, ол термометрлер температура өзгерісіне қатысты металл өткізгіштерінің электрлік кедергісінің ауытқуына негізделеді. Металлдардың электрлік кедергісі қыздырған кезінде өседі, сәйкесінше өткізгіштік кедергісінің температураға қатысты тәуелділігін біле отырып және ол кедергіні электр өлшеуіш аспабы арқылы анықтағасын, өткізгіштіктің температурасын есептеп алуға болады.

Кедергі термометрлерін $-200...800^{\circ}\text{C}$ (жекелеген жағдайларда $1\ 100^{\circ}\text{C}$ -қа дейін) аралықтағы температураны өлшеу үшін қолданылады.

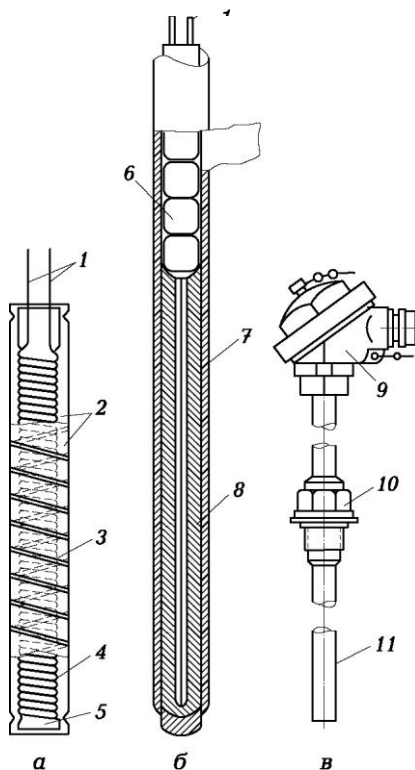
Кедергі термометрлерінің артықшылығы ретінде өлшеудің жоғары нақтылығы, автоматтандырылған жазып алуды жүзеге асырудың жеңілдігі, көрсетілімнің дистанционды жіберілуі, екінші реттік аспапқа немсе бірнеше бір типтік термометрлерге қайта қосқыш көмегімен қосылу мүмкіндігін атауға болады.

Кедергі термометрін электр оқшаулағыш материалдан (слюда, кварц, пластмасса) жасалған каркасқа оралған және біріктіруші сымдарды қосуға болатын басы бар металл қорғаныс тысқа салынған жұқа металл сымнан жасайды.

Кедергі термометрлерімен жұмыс істейтін екінші реттік құрылғылар ретінде теңестірілген өлшеуіш көпірлер және логометрлер қолданылады.

Кедергінің стандартты техникалық термометрлерінде келесі шартты белгілеулер болады: платина — ТСП, мыс — ТСМ.

Платина термометрінің құрылғысы 2.4 суретке көрсетілген. Жан-жағынан тісті керткітері болатын слюдалы пластинкадағы каркаста 5 диаметрі 0,07 мм және ұзындығы шамамен 2 м болатын платина сымы 4 оралған. Платина орамасының ұштарына диаметрі 1 мм болатын және термометрдің басындағы латуннан жасалған қысқыштарға 9 біріктірілген күміс сымнан екі шығыс 1 бөліктері дәнекерленіп қойылған. Орамасы бар слюда пластинасы екі жағынан өзіне дәнекерленіп қойылған штуцермен 10 оқшауланған, ол штуцер термометрді құбыр желісіне және резервуарға бекіту



2.4 сурет. ТСП-1 типтегі кедергінің платина термометрі: *а* — сезімтал элемент; *б* — ішкі арматура; *в* — қорғаныс арматурасы; 1 — нәтижелер; 2 — қаптамалар; 3 — күміс лентасы; 4 — платина сымы; 5 — слюда пластинасынан жасалған қаркас; 6 — фарфор моншақтары; 7 — қабықша; 8 — астар; 9 — басы; 10 — штуцер; 11 — қорғаныс тысы

үшін қолданылады. Қорғаныс тыстың жоғарғы бөлігінде алюминий басы 9 бекітілген, жақтардың ішінде салыстырмалы түрде кеңірек етіп слюда қаптамалары 2 салынады да, олармен бірге үлкен пакетке күміс лентамен 3 байланады.

Осындай түрде жасалған термометрдің сезімтал элементі жалпақ алюминий астарына салынып, онымен бірге алюминийден жасалған құбырлы кеңістікке 7 қапталады. Күміс нәтижелер фарфоралық моншақпен толығымен оқшауланған 6. Сезімтал элементі бар қабықша термометрді құбыр желілері мен резервуарда орнатуға арналған штуцермен алдын-ала дәнекерленген қорғаныс тысына салынады 11.

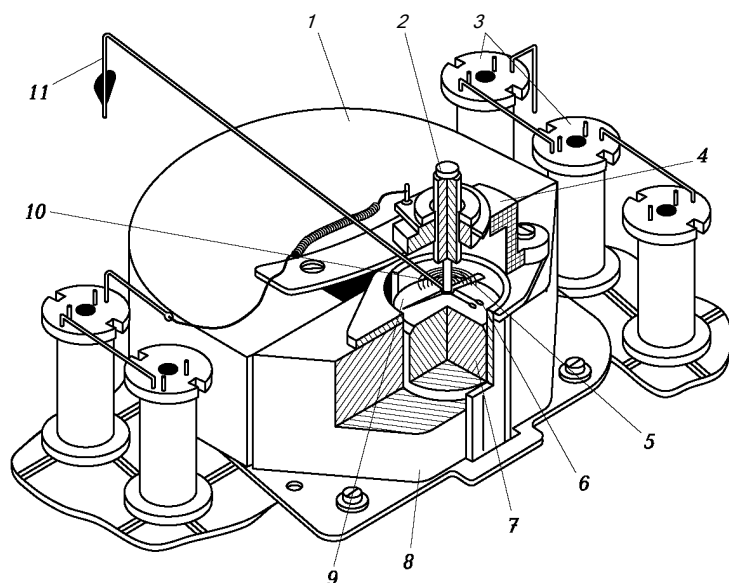
2.2 кесте. Кедергі термометрлерінің сипаттамалары

Термометр түрлері	Марка	Өлшеу аралығы, °C
Платалық	ТСП-185	0...200
	ТСП-0879	-50... 600
Мысты	TSM-1187	-50...180

Кедергі термометрлерінің сипаттамалары 2.2 кестеде келтірілген.

Екінші реттік техникалық құрылғылардың ішіндегі кең қолданылатын және кедергі термометрімен бірлесіп жұмыс жасайтын аспап ретінде магнитті-электрлік жүйенің логометрі алынады (2.5 сурет).

Ескерту. Термометрдің берілген маркалары сұйық және газ тектес орталар үшін қолданылады.



2.5 сурет. ЛПр-53 типтегі логометрінің өлшеу механизмі:

1 — тұрақты магнит; 2 — ағат өкшелігі бар бұрамасы; 3 — резисторлар (орауыштар); 4 — көпірі бар шеңбер; 5 — керн; 6 — қарсы салмақ; 7 — білік; 8 — полюстық ұшы; 9 — рамкалар; 10 — спираль қылы; 11 — тіл

Логометрдің екі қатты байланған және белгілі бір бұрышта қиыстырылған рамкалардан (орамалар) тұратын қозғалыс бөлігі вертикаль осінің жанындағы тұрақты магниттің бірқалыпты емес магнитті өрісінде бұралады.

Логометрдің жұмыс істеу әрекетінің принципі аспаптың сәйкес рамкасы қосылатын тұрақты тоқтың сыртқы көзінен қоректенетін екі параллель электр тізбегінде өтетін токтар қатынасын өлшеу әрекетіне негізделеді.

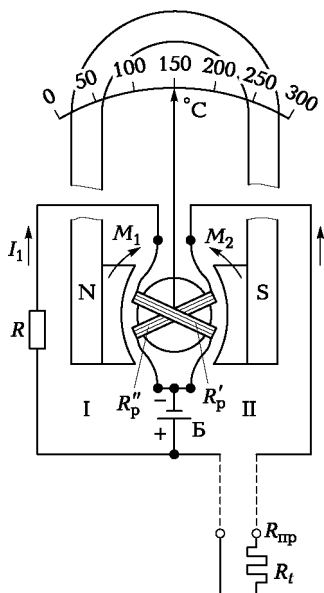
2.6 суретте R_t кедергі термометрі мен Б қорек көзі бар логометр сызбасы көрсетілген. Сопақ түріндегі ойығы болатын тұрақты магниттің полюсты ұштары арасында болаттан жасалған цилиндрлік білік орналастырылады да, олардың арасында ауалы саңылау түзіледі, содан кейін магнитті өріс ұштардың ортасынан шеттеріне қарай ақырындап азая түседі. Саңылауда бірдей айқастырылған жұқа оқшауланған мыс сымынан жасалған R'_p және R''_p рамкалары орын ауыстырып жүреді, олар бір-бірімен және аспап тілімен берік түрде айқасып тұрады.

Логометрдің өлшеу сызбасы I және II тізбектерінен тұрады, олар бір ортақ Б ток көзінен қоректенеді. I тізбекке R'_p рамкасы мен тұрақты R тізбегі қосылса, II тізбекке – R''_p рамкасы, R_t кедергі термометрі мен R_{np} біріктіруші сымдар қосылады. Логометрдің R'_p және R''_p рамкалары арқылы мәні бойынша I және II тізбек кедергілеріне кері пропорционал

болатын I_1 және I_2 тоқтары өтіп, өздерінің магнит өрістерін құрайды.

I және II тізбектерінің магнит өрістерінің тұрақты магнит өрісімен өзара әрекеттесуі қарама-қарсы бағытта айқасқан рамкаларға әсер ететін M_1 және M_2 айналдыру кездерін жасайды.

Өлшенетін температура жоғарылаған сайын термометрдің кедергісі R_t өседі, ал II тізбекте ток мөлшері I_2 азаяды және M_1 айналу кезі M_2 кезге қарағанда ұлғаяды. Нәтижесінде логометрдің қозғалыс бөлігі айналу кезі үлкен жаққа бұрыла бастайды да (берілген сызбада – сағат тілінің бойымен),



2.6 сурет. Логометр сызбасы

R'_p рамкасы тоқтың үлкен күшімен ауа саңылауының кеңею бөлігіне, яғни, тепе-теңдік күйіне жетпегенше ауысады, немесе салыстырмалы түрде әлсіз магнитті өріске жетіп, M_1 айналу кезінің баяуланған азаюын тудырады. Осы уақытта тоқ күші сәл төменірек R''_p рамкасы керісінше магнит өрісі күштірек бөлікке ығысып, M_2 айналу кезінің ұлғаюын тудырады.

Аспаптың қозғалыс бөлігінің тепе-теңдігі рамкалардың айналу кездері тең болған кезінде орындалады: $M_1 = M_2$.

Тоқ рамкаларға үш аса жұқа спираль қылдары арқылы өтеді, олар қозғалыс бөлігі бұрылған кезінде өте кішкентай шамадағы қарсы әсер ететін серпілмелі мезетті жасайды. Өнеркәсіпте бейінді межелігі келесі түрде болатын логометрлер әзірленеді: ЛПР-53 көрсетуші және ЛСЦПР-00-18 өздігінен жазушы және көрсетуші.

Кедергінің техникалық термометрлерін тексеру 0°C температура кезінде мұз балқу термостатында және 100°C температура кезінде су қайнаудың электр жылытатын термостатында жүзеге асырылады. Термометрлерді тексеру кезінде кедергіні өлшеу көбіне потенциометр көмегімен өтемақылдық тәсілмен жүзеге асырылады.

Екінші реттік өлшеу аспаптарын тексеру – автоматтандырылған теңестірілген көпірлер мен логометрлер – үлгілік көпір немесе кедергілер қоры көмегімен жүзеге асырылады.

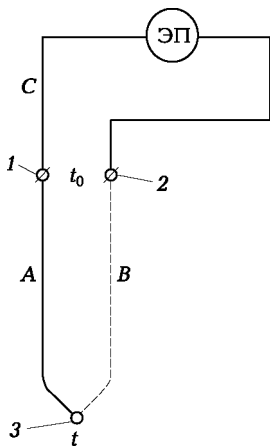
2.2.5. Термоэлектрлік пирометрлер

Термоэлектрлік пирометрлердің жұмыс істеу принципі терможұптан тұратын екі түрлі текті өткізгіштен тұратын тұйық контурда өткізгіштер дәнекерлерінің орындарында әр түрлі шамадағы температура болған жағдайда үздіксіз түрде электр тогының жүруіне негізделген.

Термоэлектрлік пирометр (2.7 сурет) терможұптан (А және В термоэлектродтарынан) және екінші реттік электр өлшеуіш аспабымен (ЭА) қосылған біріктіруші сымдардан (С) тұрады. Терможұппен жасалатын термоЭҚК термоэлектродтардың материалдарына, сонымен қатар терможұптың бос 1, 2 және жұмыс 3 ұштарының температураларына тәуелді болады.

Терможұптарды жасау үшін термоэлектродты материалдар ретінде көбіне таза металл және олардың қорытпаларын қолданады, сонымен қатар оларға келесідей шарттар қойылады:

- өлшеу кезінде салыстырмалы түрде термоЭҚК шамалараның болуын қамтамасыз ету;



2.7 сурет. Термозлектрлік пирометрдің сызбасы:

1,2 — термोजұптың бос (суық) ұштары; 3 — термोजұптың жұмыс ұшы (нақты дәнекерлеу жері); А, В — термозлектродтар; С — біріктіруші сымдар; ЭП — екінші реттік электр өлшеуіш аспаптары; t_0 — термोजұптың суық ұштарының температурасы; t — ыстық дәнекерлеу жерінің температурасы.

- термозлектрлік қасиеттерінің уақыт өткеніне байланысты ішкі құрылымы мен бет ластануының өзгерісіне қарамастан тұрақты болып қалуы;
- жоғары температура, тотығудың әсеріне беріктілігі;
- жақсы электр өткізгіштігі;
- термоЭҚК-тің температураға қатысты бірімді және мүмкіндігінше сызықтық тәуелділігі;
- термोजұптардың өзара алмасушылығын қамтамасыз ету үшін термозлектродтар материалының құрам тұрақтылығы мен біртектілігі.

Өнеркәсіп термोजұптарының жасалуы үшін платина, платинородий, хромель, алюмель және копель сияқты материалдар кең қолданыла бастады.

2.3 кестеде кейбір кең таралған термोजұптардың кейбір сипаттамалары келтірілген.

Асыл металлдардан және қорытпалардан жасалған ТПП және ТПР типтегі термोजұптар жоғары температура өлшеу үшін ($1\ 000\ ^\circ\text{C}$ -тан жоғары) қолданылады, себебі олар жоғары термотөзімділікке ие.

ТХА және ТХК типтегі термोजұптар салыстырмалы түрде жоғары емес температураны өлшеу үшін (1000°C -қа дейін), қолданылады, себебі оларда үлкен шамадағы термоЭҚК пайда болады, бұл олардың жоғары артықшылығы болып саналады.

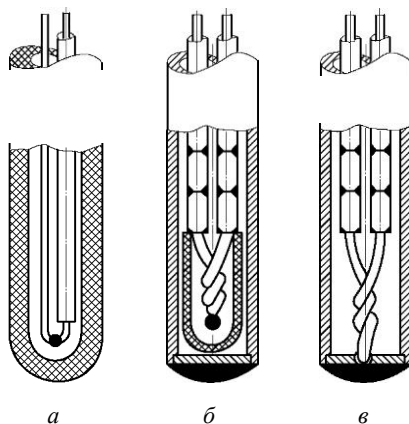
Асыл металлдан жасалған термोजұптардағы термозлектродтардың көбіне диаметрі $0,5\ \text{мм}$ болатын сымнан жасайды, ал асыл емес металлдардан жасалатын термोजұптар – диаметрі $1,2\ldots 3,2\ \text{мм}$ болатын сымнан жасайды.

2.3 кесте. Кең таралған терможұптардың сипаттамалары

Терможұп түрі	Типі	Градусталуы	Ұзақ өлшеу кезіндегі өлшенетін температура аралығы, °C
Платинородий-платинді (10 % родия)	ТПП	ПП-1	0...1300
Платинородийлік (30 және 6% родий)*	ТПР	ПР-30/6	300... 1 600
Хромель-алюмельді	ТХА	ХА	-200..1 000
Хромель-копельді	ТХК	ХК	-200..600

* Платинородий құрамында 30 % родий бар оң мәнді термоэлектрод, теріс — 6 %.

Жұқа термоэлектродтардан жасалған термометрлердің жұмыс ұшы екі ұштарының дәнекерленіп тасталуымен жасалады (2.8, а сурет), ал қалың түрлерінен — оларды орау немесе дәнекерлеу арқылы (2.8, б сурет). Кейбір кездері жылуберілімнің шарттарын жақсарту үшін асыл емес металлдан жасалған терможұптың жұмыс ұшын металл тыстың түбіне дәнекерлеп тастайды (2.8, в сурет).

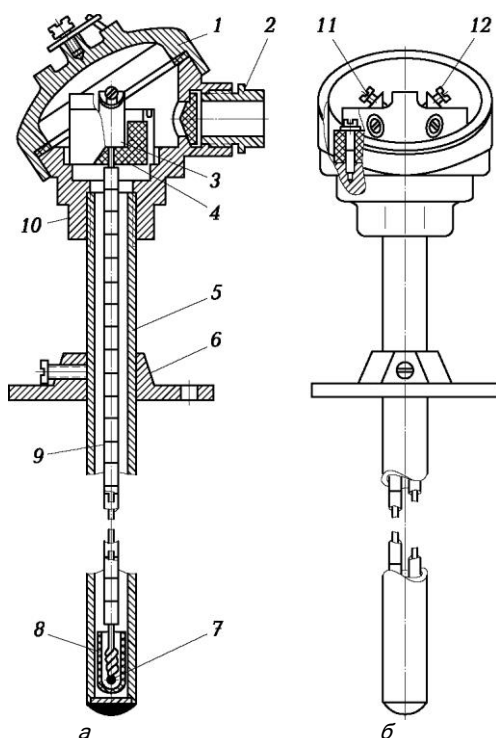


2.8 сурет. Терможұптардың жұмыс ұштары:

а — дәнекерлеумен біріктірілген термоэлектродтар; б — орау немесе дәнекерлеу көмегімен біріктірілген термоэлектродтар; в — қорғаныс тыстың түбіне дәнекерленген термоэлектродтар.

Терможұптың термоэлектродтары дәнекерленген жерінен қысқыштарға дейін толығымен оқшауланып жасалады. Оқшаулау ретінде термоэлектродтарға кигізілетін бір- немесе екіканалдық фарфор моншақтары немесе түтіктері қолданылады.

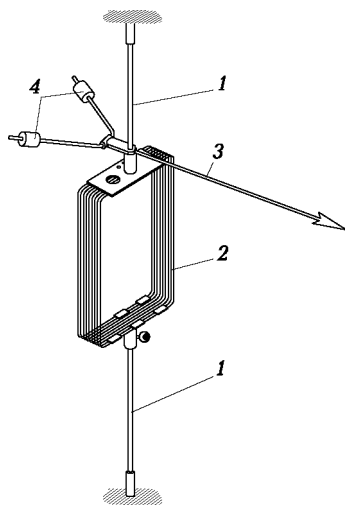
2.9 суретте көрсетілген терможұп оны бекіту үшін қолданылатын тежеуіш бұрамасы бар қозғалмалы фланец 6 салынған қорғаныс тысынан 5 тұрады. Терможұптың жұмыс ұшы 7 фарфор стақанның 8 ішіне салынған. Екі термоэлектрод ұзындық бойынша фарфор моншақтарымен 9 оқшауланған. Басы тұтас корпустан 10, қақпақтан 1 және сымдарды шығаруға арналған тығыздамасы бар сальниктен 2 тұрады. Бастың ішіне терможұптар мен біріктіруші сымдарды бекітуге арналған бұраманың екі жұбы 11 және 12 қойылған қалып 4 екі қысқышпен 3 салынған.



2.9 сурет. Терможұптың құрылымы (а) және жалпы түрі (б):

1 — қақпағы; 2 — сымдарды шығаруға арналған тығыздамасы бар сальник; 3 — қысқыш; 4 — қалып; 5 — қорғаныс тысы; 6 — қозғалмалы фланец; 7 — терможұптың жұмыс ұшы; 8 — фарфор стақаны; 9 — фарфор моншағы; 10 — бас корпусы; 11, 12 — бұрамалар

2.10 сурет. Кергідегі пирометрлік милливольтметрдің рамкаға бекітілуі: 1 — кергі; 2 — рамка; 3 — тілі; 4 — қарсы салмақтар



Термоэлектрлік пирометрлерде электр өлшеуіш аспаптар ретінде пирометрлік милливольтметрлер мен потенциометрлер қолданылады.

Пирометрлік милливольтметр магнитті-электрлік жүйенің сезімтал аспабы болып табылады. Мұндай аспаптың жұмыс істеу принципі аспапта болатын тұрақты магниттің магнит өрісі мен терможұппен жасалатын электрлік тоқ өтетін өткізгішпен жасалатын магнитті өрістің өзара әрекеттесуіне негізделеді.

Жұқа оқшауланған сымның бірнеше тізбектеп орналасқан орамаларынан тұратын және вертикаль осьтерінің айналасында бұрала алатын тік бұрышты рамкадағы өткізгіш (2.10 сурет) тұрақты магниттің магнит өрісіне орналастырылады және күш сызықтарының бағытына параллель етіп қойылады.

При прохождении тока I тогы рамка арқылы өткесін магнитті өріс пайда болады, ол вертикаль бетіне перпендикуляр болып, негізгі магниттің өрісімен әсерлескесін мағынасы бойынша екі бірдей F , H күштерін түзейді, бұл екі күш қарама-қарсы бағыттарда әсер етеді. Нәтижесінде рамкаға M , $H \cdot m$ айналу кезі әсер етеді, ол мына формула арқылы өрнектеледі:

$$M = 2rF,$$

Мұндағы r — рамка радиусы, м.

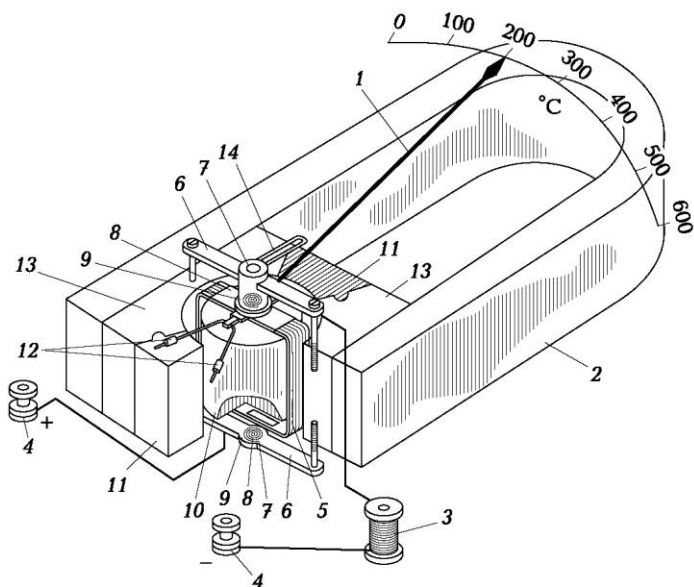
Айналу кезінің әсерімен рамка осьті айналып, оның магнитті өрісінің тұрақты магнит өрісімен соқтығыспағанша бұрылуға ұмтылады. Рамканың мұндай қозғалысын рамка бұрылысына қарсы әсер ететін спираль серіппесінің айналуы тудырады (2.10 суретте көрсетілмеген).

Пирометрлік милливольтметр құрылғысы 2.11 суретте көрсетілген. Таға тәрізді тұрақты магнит 2 жоғары қосындыланған болаттан жасалып, жұмсақ тұтас болаттан жасалған цилиндрлік білік 10 цилиндрлік қырналған полюсті ұштардың 13 араларына

қозғалыссыз бір күйде бекітіледі. Полюсті ұштар мен білік көмегімен жасалған кеңдігі шамамен 2 мм болатын шеңберлік ауа саңылауына екі бүйірлік (белсенді) тік бұрышты қозғалыс рамкасының жақтары 5 орналастырылады, олар 100 — 300 болып, тізбектеп орналасқан диаметрі 0,07 ...0,08 мм болатын оқшауланған мыс немесе алюминий сымдарынан жасалады.

Рамка 1 тілмен қатты бекітіліп, аспаптың қозғалыс бөлігін жасайды, ол бөлік білік осін рамканың шетіндегі екі болат керндарының көмегімен 8 тіреуде бекітілген 6 ағат өкшеліктеріне 7 байланысты айнала қозғалып жүреді.

Тірек керндерінің жанында фосфор қоласынан екі тегіс спираль серіппелері 9 орналастырылған, олардың ішкі ұштары рамкаға бекітілген, ал сыртқы ұштары 14 тетік осіне бекітілген, жоғарғы серіппеде — штифқа, қозғалыссыз тірекке — төменгі серіппеде бекітілген.



2.11 сурет. Пирометрлік милливольтметр құрылғысы:

1 — тілі; 2 — тұрақты магнит; 3 — қосымша резистор; 4 — қысқыштар; 5 — қозғалыс рамкасы; 6 — тіреулер; 7 — ағат өкшеліктері; 8 — болат керндері; 9 — спираль серіппелері; 10 — біліктер; 11 — магнитті емес астарлар; 12 — қарсы салмақтар; 13 — полюсті ұштар; 14 — тетік осі

Серіппемен 9 терможұп тізбегіне аспапты қосуға арналған рамканың екі орам ұштары және екі қысқыштары 4 біріктіріліп қосылады.

Рамкамен тізбектеп қосымша резистор 3 қосылады.

Полюсті ұштардың арасындағы бос кеңістікке магнитті емес астарлар салынады 11. Жұқа алюминий түтігінен жасалған аспап тілі ойықтары бар екі теңгеруші қылқанда орналастырылған екі қозғалмалы қарсы салмақтармен 12 теңестіріледі. Қарсы салмақтардың көмегімен қозғалмалы бөліктің ауырлық орталығы білік (рамка) осіне орналасады.

Милливольтметрді терможұп тізбегіне қосқан кезінде рамка, резистор және спираль серіппелері арқылы айналушы кезді тудыратын тоқ өте бастайды да, айналушы кез білік осі бойымен рамка мен тілдің айналуына әкеледі. Рамканың орын ауысуымен бірге спираль серіппелерінің бұрылуы жүзеге асып, қарсы әсер ететін кез пайда бола бастайды. Аспап рамкасының (тілдің) бұрылу бұрышы серіппелердің бұрылу бұрышына тең болады және тоқ күшіне тәуелді болады, ол болса терможұптың термоЭҚК-не тәуелді болады.

Температураны екінші реттік аспабы болып милливольтметр болатын термоэлектрлік милливольтметрмен өлшеу жоғары нақтылықты қамтамасыз ете алмайды (осындай аспаптардың нақтылық класы – 1,6-2,5), себебі қоршаған ауаның температура ауытқуы милливольтметр кедергісіне және терможұптың термоЭҚК-н тудыратын тұрақты өлшенетін тоқ ағатын сыртқы термоэлектрлік тізбекке әсер етеді. Бұл әсер толығымен болмайды, егер де термоЭҚК-ті потенциометр арқылы өтемдік (нөлдік) тәсілмен өлшейтін болсақ.

Потенциометрдің жұмыс істеу принципі терможұппен туындайтын термоЭҚК мәні бойынша өзіне тең, бірақ көмекші көзден туындайтын кернеу таңбасы бойынша кері және одан кейін жоғары нақтылықпен өлшенетін шамамен теңесуіне негізделеді (бұл өлшеу кезінде терможұптың барлық өтемдік тізбегінде тоқ нөлге тең болады және бұл тізбектегі сыртқы элементтердің температура тербелістері мәнсіз болып қалады).

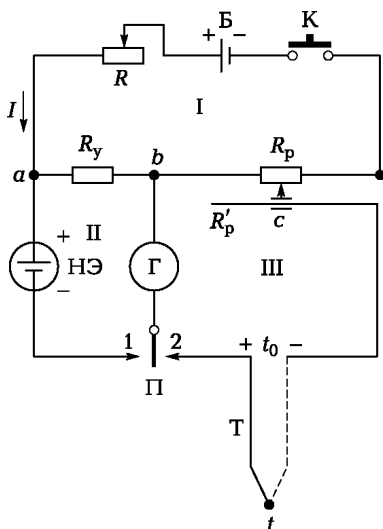
2.12 суретте потенциометр мен терможұптың негізді сызбасы көрсетілген. Аспап үш іргелес электрлік контурдан тұрады. I контуры өлшем тізбегін құрайды, оның құрамына Б тұрақты тоқтың корек көзі, реттеу резисторы (реостат) R, орнату резисторы R_1 , өлшеу резисторы (реоход) R_p және батырма К кіреді. II контуры қалыпты элемент ҚЭ тізбегінен тұрады, ал III контуры – Т терможұптың тізбегінен тұрады.

Қалыпты гальвани элементі 20 °С температурасы кезінде қатаң түрде 1,0186 В-қа тең тұрақты ЭҚК-і кезінде түзіліп, үлкен емес шамадағы температуралық коэффициентке ие болады. Манганиннен жасалатын орнату резисторы R_y , тұрақты және нақты белгіленген мәнге ие болады. Нөлдік гальванометр Γ екі жақты межелігі бар сезімтал аспап болып табылады. Токтың бағытына байланысты оның тілі нөлден солға немесе оңға қарай ауытқып тұрады.

Потенциометр арқылы температураны өлшеу келесі түрде жүргізіледі. Π қайта қосқышын 1 күйге орнатқан кезінде қалыпты элементтің Π контурының тізбегін тұйықтайды. Содан кейін K батырмасына басып, I өлшеуіш контурының тізбегін тұйықтайды және R реостатпен жұмыс тогының күшін Γ гальванометрдің тілі межеліктің нөліне тұрмағанша реттеп тұрады. I контурындағы ток $E_{кэ}$ қалыпты элементтің ЭҚК-і орнату резисторындағы R_y (ab тізбегінің бөлігінде)өзінен кері шамадағы кернеу түсу шамасымен теңестірілген жағдайда толығымен жойылады. Бұл жағдайда өлшеуіш тізбектегі I жұмыс тогы келесі түрде өрнектеледі:

$$I = E_{кэ}/R_y = \text{const.}$$

Потенциометрдің өлшеуіш тізбегінде I токтың тұрақты және белгілі ток күші орнағасын, K батырманы ажыратады да, Π қайта қосқышын 2 күйге қояды, нәтижесінде I өлшеуіш контурға Π контурдың орнына T терможұптың III контуры қосылады.



2.12 сурет. Терможұптары бар
потенциометрдің принципалды
сызбасы

Қайтадан K батырмасымен өлшеуіш тізбегін тұйықтап, контакт реохордасының R_p көмегімен реохорд бөлігінің R'_p кедергісі Γ гальванометрдің тілі межеліктің нөліне дейін орнатылмағанша өзгертіледі. Қозғалтқыштың көрсетілген күйі аспаптың электрлік тепе-тендік күйін сипаттайды, ол күй кезінде T тізбектегі тоқ болмайды, себебі t_0 және t температура айырмасына байланысты болатын термоЭҚК E_{ab} мәні бойынша тең, ал таңбасы бойынша кері реохорд бөлігіндегі bc кернеу шамасына теңестіріледі. Термोजұптың термоЭҚК-нің толық өтемі болған кезінде $E_{ab} = IR'_p$ немесе I шамасын ауыстыру арқылы келесі өрнекті аламыз $E_{ab} = E_{K3}R'_p/R_y$

Осылайша, термоЭҚК-тің анықтамасы R'_p кедергіні өлшеуге негізделеді, себебі қалыпты элементтің E_{K3} ЭҚК-і және орналастыру резисторының R_y кедергісі тұрақты және белгілі мәндерге ие болады. Сәйкесінше, R_p реохорд бойымен салынған потенциометр межелігі тиісінше милливольтметр бойынша градусталады немесе потенциометрдің термोजұппен жұмысы кезінде ерекше градусталу – Цельсий градустарымен белгіленеді.

Өтемақы тәсілін көрсетуші және өздігінен жазып алушы автоматтандырылған электронды потенциометрлерде қолданады, оларда термोजұппен жасалатын термоЭҚК-дің салмақтылығы (өтем) реохорд қозғалтқышымен байланысты үлкен емес асинхронды қозғалтқыш көмегімен жүзеге асырылады. Ондай аспаптардың нақтылық класы $0,6—1$. Өнеркәсіпте келесі электронды потенциометрлер кең қолданысты алды: ЭПД, ЭПП, ЭПВ2, ПС1, ПСР1, ППЧ, ППР4, ПСМ2, ПСМР2 және т.б.

Пирометрлік милливольтметрлер мен автоматтандырылған потинциометрлердің тексерісін олардың көрсетілімдерін үлгілік немесе бақылау потенциометрінің көрсетілімдерімен салыстыру арқылы жүргізеді.

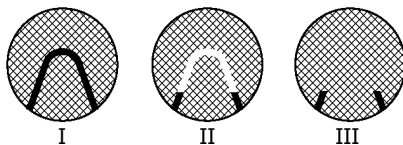
2.2.6. Оптикалық және радиациялық пирометрлер

Сәулелену пирометрлерін $100...6000^{\circ}\text{C}$ аралығында қыздырылған денелердің температурасын өлшеу үшін қолданады. Мұндай аспаптардың жұмыс істеу принципі дененің температурасы мен физика-химиялық қасиеттеріне тәуелді болатын дененің шашатын энергиясын өлшеуге арналған. Қыздырылған дененің температурасы жоғарылаған сайын оның сәулеленуі тез өседі. Денені 500°C -қа дейін қыздырған кезінде дене толқын ұзындығы ұзын көрінбейтін инфрақызыл (жылулық) сәулелерін шығара бастайды. Температураның одан сайын ұлғаюы толқын ұзындығы кішірек көрінетін сәулелердің пайда болуын тудырады да, дене жарқырай бастайды. Толқын ұзындықтары спектрінің көрінетін бөлігінің аралығы $0,40...0,76$ мкм. Алдымен қыздырылған дене қою қызыл түске боялады,

ал температура жоғарылаған сайын және ұзындығы ақырын кемитін сәулелер пайда болуына байланысты қызылға, қызғылт сарыға, сары және әр түрлі ұзындықтағы сәулелердентұратын ақ түске боялады.

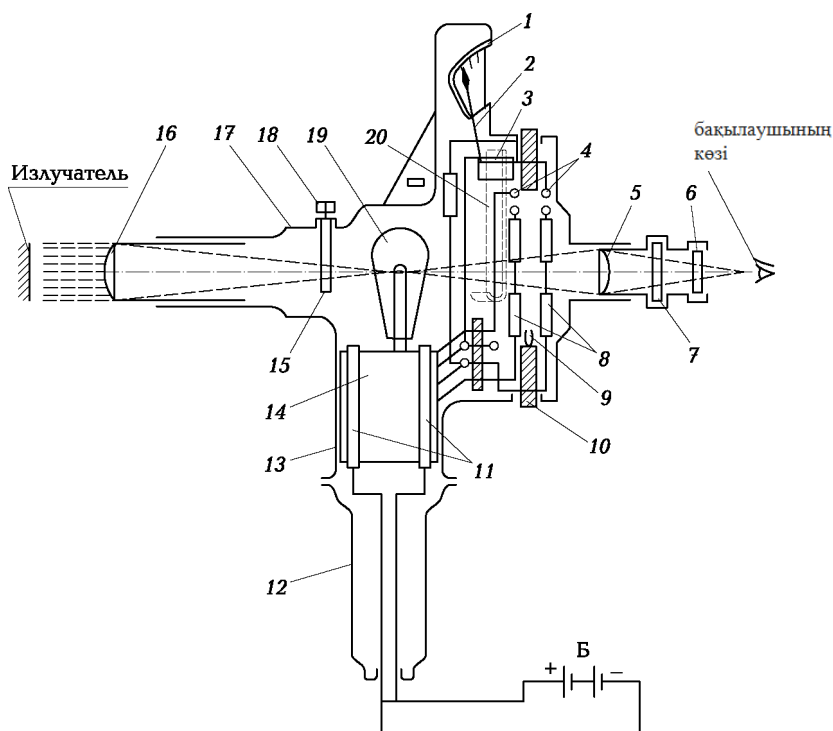
Қыздырылған дененің температурасы жоғарылаған сайын және оның түсі өзгерген сайын толқынның берілген ұзындықтарына монохромды (бір түсті) сәулелену қарқындылығы да (ашықтық) ұлғаяды, сонымен қатар дененің энергияны интегралды тарату қасиеті де ұлғаяды, бұл қыздырылған дененің екі қасиетін температураны өлшеу кезінде қолдануға мүмкіндік береді.

Ішінара сәулелену пирометрінде немесе оптикалық пирометрде қыздырылған дененің (температураны өлшейтін сәуле таратушы) монохромды ашықтығы (белгілі бір толқынның сәулелерінде, қызыл түс үшін 0,65 мкм шамасына тең) мен пирометрлік шамның аспабына енгізілген балқыту желісімен салыстыру жүзеге асырылады. Ашықтық температураны өлшеген кезінде шамның доғалық желісін телескоп арқылы өлшенетін дененің бетіне қойып, жарықтың екі көзінен теңестірілу әрекетіне жеткізіп, реостатпен тоқ күшін және қоректендіргіш шамды өзгеріп тұрады. Желі ашықтығы сәуле таратушының ашықтығынан төменірек болса (2.13 сурет), онда ашық фонда желі қара болып көрінеді (I күй); егер сәуле таратушының ашықтығы одан төмен болса, онда желі қоңыр өрісте ақ сызықпен жобаланып тұрады (II күй); желінің монохромды ашықтығы мен сәуле таратушының ашықтығы беттескен кезінде ұштарындағы температурасына қарағанда температурасы жоғары желінің бүгілген орташа бөлігінің бейнесі сәуле таратушының ашық фонымен бірлесіп кетеді де, бақылаушының көру ширегінен кетіп қалғандай болады (III күй).



2.13 сурет. Ішінара сәулелену пирометрінің балку желісі ашықтығының әр түрлі күйлері:

I — желі температурасы сәуле таратушы температурасынан төмен; II — желі температурасы сәуле таратушы температурасынан жоғары; III — желі температурасы сәуле таратушы температурасына тең



2.14 сурет. ОППИР-017 ішінара сәуеленудің жылжымалы визуалды пирометрінің сызбасы:

1 — межелік; 2 — тіл; 3 — дифференциалды амперметр рамкалары; 4 — контактілер; 5 — окуляр; 6 — шығыс диафрагмасы; 7 — жарық сүзгісі; 8 — реостаттар; 9 — қозғалтқыш; 10 — шеңберлік тұтқа; 11 — контактілік стерженьдер; 12 — тұтқа; 13 — телескоп бөлшегі; 14 — қалып; 15 — сіңіретін шыны; 16 — объектив; 17 — көру құбыры; 18 — айналма басы; 19 — пирометрлік шам; 20 — тұрақты магнит

Бұл кезде дененің аш ықтық температураның пирометрлік шам тізбегіне қосылған және Цельсий градустарында градусталған амперметр межелігі негізінде саналуы жүзеге асырылады.

ОППИР-017 ішінара сәуеленудің тасығыш визуалды пирометрі (2.14 сурет) 800...2 000 °С аралығындағы температураны қайта-қайта өлшеуге арналған. Аспап жалғанған дифференциалды амперметр мен кернеу шамасы 2,2,5 В болатын Б тұрақты тоқтың қорек көзінен тұратын телескоптан құрылған.

Телескопта объективі 16 мен окуляры 5 болатын дүрбіден 17 тұрады. Объектив фокусында доғалық вольфрам жібі болатын

пирометрлік шам 19 қойылған, ол тізбектеп жіп тегеурінін өзгертуге қолданылатын реостатпен 8 қосылған. Реостат қозғалтқышы 9 бар шеңберлік тұтқмен 10 жабдықталған, оның көмегімен жіп ашықтығын бақылаудан алаңдамай, тоқты реттеуге болады.

Толқын ұзындығы 0,65 мкм болатын монохромды сәулеленуді алу үшін окулярдың алдына қызыл шыны жарық сүзгіші 7 орнатылады, ал оның артына – шығыс диафрагмасы 6 қойылады, ол диафрагманың алдына бақылаушының көзі қойылады.

Объектив пен пирометрлік шам арасына сіңіретін (қоюланған) шыны 15 қойылады, ол айналма басқа 18 бекітіледі, оның көмегімен оны шамның алдына немесе басқа жаққа қоюға болады. Сіңіретін шыны пирометр көрсетілімінің жоғарғы шегін ұлғайту үшін қолданылады, себебі ол сәуле таратушының көрінетін ашықтығын шам жібінің тұрақты ашықтығы кезінде әлсіздендіреді. Пирометр телескопына екі рамкадан 3 (қарама-қарсы қосылатын негізгі және қосымша), тұрақты магнит 20, тілден 2 және межеліктен 1 тұратын дифференциалды амперметр орнатылған. Дифференциалды амперметрде өлшеудің екі аралығы болады: сіңіретін шыны болмағандағы жұмыс кезінде — 800... 1 400°C және сіңіретін шыны болғандағы жұмыс кезінде - 1 200...2 000 °C.

Амперметрдің негізгі рамкасы пирометрлік шамға параллель түрде, ал қосымша рамка – шамға тізбектеп қосылған. Бұл қосылулар пирометр межелігінің бастапқы жұмыс істемейтін бөлігін азайтуға мүмкіндік береді.

Пирометрлік шам екі контактілік стерженьдері 11 болатын қалыпқа 14 орнатылады, оларға сілтілік аккумулятордан сымдар біріктіріледі.

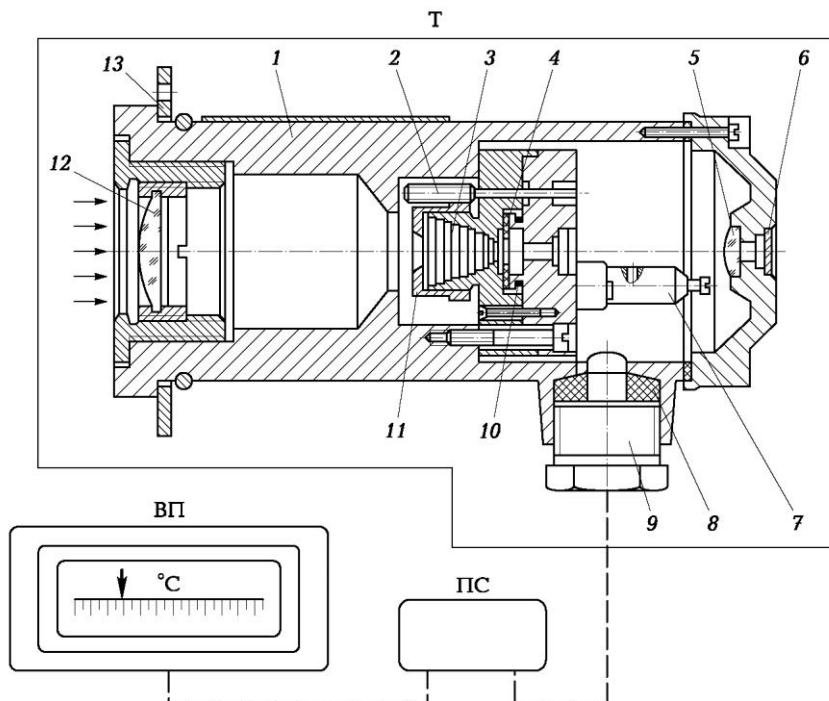
Температураны өлшеу кезінде пирометрді сәуле таратушысына қою қолмен жасалады, ол үшін телескоп бөлшегі 13 астыңғы жағынан тұтқмен 12 жабдықталған. Пирометрдің оптикалық жүйесін бақылаушының көзі мен фокусы бойынша баптау үшін объектив 16 пен окуляр 5 дүрбі бойымен орын ауыстыруы мүмкін.

Оптикалық жүйе температураның өлшенуін сәуле таратушыдан 0,7.0,5 м қашықтықта жасауға мүмкіндік береді. Өлшемнің бірінші және екінші аралығы үшін пирометрдің негізгі қателігі сәйкесінше келесі мәндерде болады: ± 20 және ± 30 °C.

Температураны толық сәулелену пирометрімен, сонымен қатар радиациялық пирометрлермен, өлшеу қыздырылған денелердің жылулық сәулеленуін қолдану әрекетіне негізделеді. Пирометрмен сезілетін жылулық сәулелер үлкен емес термобатареядан тұратын (тізбектеп қосылған терможұптар қатары) жарық сезгіш элементте жинақтағыш линза көмегімен шоғырланады. Сәулелі ағын терможұптардың жұмыс ұштарына бағытталады, олар қыздырылу деңгейіне байланысты сәуле таратушының температурасын анықтайды. Термобатареяға қосылатын екінші реттік аспап ретінде пирометрлік милливольтметрді немесе автоматтандырылған потенциометрді

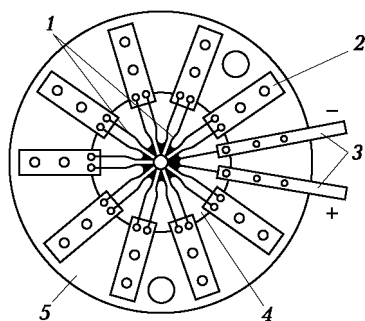
қолданады.

РАПИР типтегі толық сәулелену пирометрі (радиациялық пирометр) (2.15 сурет) 400...2500°C аралықтағы температураны өлшеуге арналған. Аспап кешеніне Т телескоп, бір немесе екі екінші реттік аспап (ЕРА), бір немесе екі екінші реттік аспаптармен жұмыс істеген кезінде телескоптың тұрақты жүктелімін қамтамасыз ету үшін қолданылатын кедергілер панелі КП, сонымен қатар сымдардың кедергілерін қиыстыру жатады.



2.15 сурет. РАПИР типтегі толық сәулелену пирометрінің сызбасы:

1 — телескоп корпусы; 2 — тісті барабан; 3 — конус тектес камера; 4 — термобатарея; 5 — окуляр; 6 — қорғаныс шынысы; 7 — қысқыш; 8 — резина тығыздамасы; 9 — штуцер; 10 — резистор; 11 — шектеу диафрагмасы; 12 — объектив; 13 — фланец



2.16 сурет. РАПИР типтегі толық сәулелену пирометрінің термобатарейасы:
1 — терможұптың жұмыс ұштары; 2 — металл пластинкасы; 3 — терможұп нәтижелері; 4 — слюда пластинкасы; 5 — слюда шеңбері

Телескоп корпусына 1 аспаптың оптикалық және температуралық бөліктері қойылған. Оптикалық бөлігі объектив 12 және аспапты сәуле таратушысына дұрыс қою әрекетін бақылау үшін қолданылатын қорғаныс шынысы 6 бар окулярдан 5 тұрады, ал температуралық бөлігі — шағылған сәулелерді жұтуға арналған қараланған қабырғалары бар конус түріндегі камераға 3 салынған жұлдыз тәріздес термобатарейадан 4 тұрады. Камераға объектив пен шектеу диафрагмасы 11 арқылы түсетін сәулелік ағын термобатаренің жұмыс ұштарына келіп жинақталады. Бос ұштардың температура өзгерісінің қтемі тұйықтағыш мыс резисторының көмегімен 10 қамтамсыз етіледі. Аспаптың градусталу кезіндегі сезімталдығы тісті барабан 2 арқылы диафрагма бұрандасы 11 бойымен орын ауыстыру арқылы реттеледі. Екі қысқыш 7 телескопты екінші реттік аспапқа рэзеңке тығыздамасы бар 8 штуцер 9 арқылы сыртқа шығатын сымдармен қосу үшін қызмет етеді.

РАПИР типтегі пирометрдің жұлдыз тәріздес термобатарейасы (2.16 сурет) он хромель-копельдің ұштарынан тұрады. Олардың жұмыс ұштары 1 үлкен емес ұшбұрыштар формасында жасалып, қара түске боялған және жұқа слюда пластинасына 4 жабыстырылған. Термобатарейаның бос ұштары металл пластиналарына дәнекерленген 2, олар телескоп корпусында осындай екі шеңбердің арасына қысылған слюда шеңберіне 5 бекітіледі. Терможұп нәтижелері 3 екінші реттік аспапқа қосылады.

Пирометр телескоптарын 400...1 500 °C аралығындағы кварц шынысындағы объективтерімен және 900...2500°C өлшем аралығындағы К-8 маркасындағы шыныдан жасайды. Механикалық әсерлерден, шаңнан, жоғары температурадан қорғау үшін телескоп салқындатқышы бар қорғаныс арматурасымен жабдықталған. Ішінара және толық сәулелену пирометрлерін сол типтегі үлгілік пирометрлерінің көрсетілімдерімен салыстыру арқылы тексереді.

2.3.1. Сұйықтықты шыны манометрлер

Сұйықтықты шыны манометрлер екіқұбырлы (U-түріндегі) және бірқұбырлы (табақшалы) болып ажыратылады, олар көбіне газ немесе ауаның қысымын 500 мм су бағ. Шамасына дейін өлшеуге арналған. Сұйықтықты шыны манометрлерде жұмыс сұйықтығы ретінде су, этил спирті немесе сынап қолданылады.

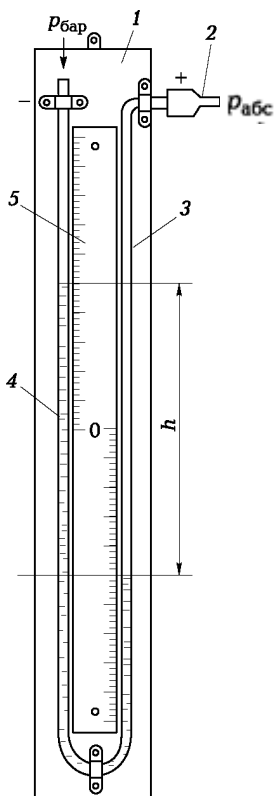
Сұйықтықты екіқұбырлы манометр (2.17 сурет) шыны өлшеуіш 3 және 4 түтіктерден тұрады, олар бір-бірімен төменде вертикаль негіздемемен 1 біріктіріледі. Түтіктер арасына ортасында нөлдік белгіленуі болатын миллиметрлік межелік 5 орналастырылған.

Өлшеуіш түтіктер межеліктің нөлдік белгісіне дейін жұмыс сұйықтығымен толтырылады. 3 түтік $p_{\text{абс}}$ абсолютті қысымы әсеріндегі өлшенетін ортаның резеңке түтігімен 2 байланысады, ал 4 түтік — $p_{\text{бар}}$ барометрлік қысымы бар атмосферамен байланысады.

Манометрді жұмысқа қосқан кезінде өлшенетін қысым аспап межелігі негізінде саналатын жұмыс сұйықтығының биіктігіне h теңеседі. 3 түтігіндегі сұйықтық деңгейі төмендегесін, 4 түтікте керісінше жоғарылайды, ендеше сұйықтықтың жалпы бағанасының биіктігі нөлдік белгілеуден төмен және жоғары шамаларына қатысты есептеу қосындысына тең болады.

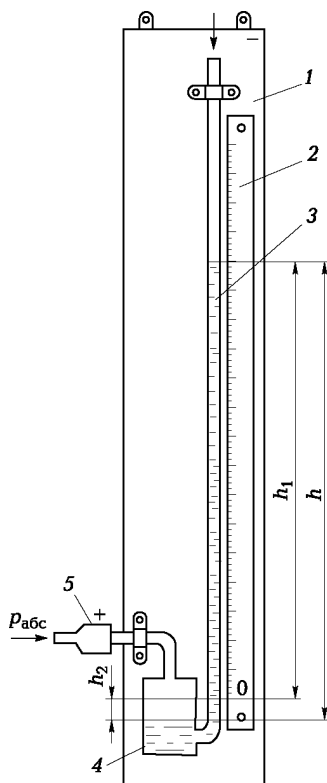
U-түріндегі манометрді қолдану процесі кезінде екі түтіктің атмосферамен әсерлескендегі нөлдік белгілеумен сәйкес келетін жұмыс сұйықтығының деңгейлерін және резеңке түтігінің жарамдығы мен манометрдің шыны түтігімен қосқанда бітеулігін бақылап жүру керек.

Бірқұбырлы сұйықтық манометрінде (2.18 сурет) U-түріндегі манометрге карағанда өлшеуіш түтіктерінің біреуінің орнына үлкен түтік (табақша) 4 қолданылады. Бұл түтіктің төменгі бөлігіне шыны өлшеуіш 3 түтік қосылады да, оның жанына миллиметрлік межелік бекітіледі. Аспап вертикаль негіздемеге 1 бекітіледі. Манометр түтігі өлшеу жерімен 5 резеңке түтік көмегімен қосылады. Өлшеуіш түтіктің бос ұшы атмосферамен әсерлеседі. Үлкен түтік пен өлшеуіш түтіктерді межеліктің нөлдік белгісіне жеткенше дейін жұмыс сұйықтығымен толтырады.



2.17 сурет. Сұйықтықты екіқұбырлы (U-түріндегі) манометр:

1 — негіздеме; 2 — резеңке түтік; 3, 4 — өлшеуіш түтіктері; 5 — межелік



2.18 сурет. Сұйықтықты бірқұбырлы (табакшалы) манометр:

1 — негіздеме; 2 — межелік; 3 — өлшеуіш түтік; 4 — шыны ыдысы (табакша); 5 — резеңке түтігі

Өлшенетін ортаның қысымында $p = p_{абс} - p_{бар}$ шыны түтіктегі жұмыс сұйық тығының деңгейі h_1 деңгейіне көтеріледі, ал үлкен түтікте h_2 биіктігіне түседі. Өлшенетін қысымды теңестіруші сұйық бағанасының жалпы биіктігі мына формуламен анықталады:

$$h = h_1 + h_2.$$

Түтіктен шығарылған және өлшеуіш түтікке құйылған сұйықтық көлемдері тең болғасын, $h_1 \gg h_2$ шамасында болады, себебі өлшеуіш түтіктің қимасы түтік қимасынан бірнеше есе үлкен болады.

Ендеше биіктікті өлшеу кезінде h_2 шамасын ескермеуге де болады, яғни, $h \sim h_1$.

2.3.2. Тарту күшін өлшегіш пен тегеурін күшін өлшегіш

Үлкен емес ыдырау мен артық қысымды (жану өнімдері, газ, ауа) өлшеу үшін тарту күшін өлшегіштер (ыдырау үшін), тегеурін күшін өлшегіштер (қысым үшін) және тарту күші мен тегеурін күшін өлшегіштер (ыдырау мен қысымды өлшеу үшін) қолданылады. Қысымды және жаққандағы, газарна және қазандық агрегатының ауа өткізгішіндегі ыдырауды анықтауда кең түрде қолданылатын бұл аспаптар бір немесе екі жақты (тарту күші мен тегеурін күшін өлшегіштер) межеліктен тұрады, ол межелік паскальмен, шаршы метрге күштің килограмдарымен, су бағанасының миллиметрлерімен белгіленеді.

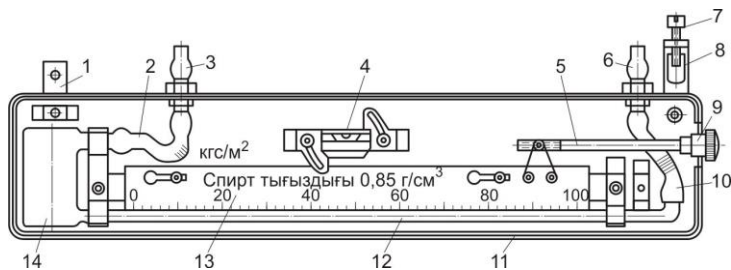
Тарту күшін өлшегіштер, тегеурін күшін өлшегіштер мен тарту мен тегеурін күштерін өлшегіштер арасында айтарлықтай айырмашылық жоқ болғасын, мәтіміз тым күрделі болмау үшін «тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер» терминін қолданатын боламыз.

Сұйықтықты және мембраналы тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер кең қолданылады.

Сұйықтықты тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер сұйықтықты бір және екі құбырлы манометрлерге ұқсайды. Бұл аспаптарды көбіне этил спиртімен немесе тазартылған сумен толтырады.

Үлкен емес шамадағы артық қысымды немесе ыдыраудың (200 кгс/м^2 -ге дейін) салыстырмалы түрде нақты өлшеулері кезінде ТНЖ-Н және ТНЖ-Щ типтегі көлбеуленген өлшегіш түтіктері бар сәйкесінше қабырғалық және қалқандық монтажға жабдықталған сұйықтықты бірқұбырлы (табақшалы) тарту мен тегеурін күштерін өлшегіштер қолданылады.

ТНЖ-Н типтегі сұйықтықты бірқұбырлы тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер 2.19 суретте көрсетілген, алдыңғы қақпағы ашық түрінде беріліп, шыны түтіктен 14 және оған қосылған ішкі диаметрі 2,0...2,5 мм болатын және қапсырма мен бұранда арқылы металл корпусқа бекітілген 11 шыны өлшегіш түтіктен 12 тұрады.



2.19 сурет. ТНЖ-Н типтегі сұйықтықты бірқұбырлы тарту мен тегеурін күшін өлшегіш: 1, 8 — құлақшалар; 2, 10 — резеңке түтіктер; 3, 6 — штуцерлер; 4 — деңгей; 5 — козғалғыш бұранда; 7 — аспапты деңгейге қоюға арналған бұранда; 9 — бастиек; 11 — корпус; 12 — өлшеуіш түтік; 13 — межелік; 14 — шыны түтік

Түтіктің жанында межелік 13 орналасады, ол қозғалғыш бұранда 5 көмегімен бастиек 9 бойымен қозғала алады. Қозғалғыш бұранда бастиекпен бірге нөлдің түзеткіші ретінде қолданылады, ол аспапты орнату мен қолдану кезінде өлшеуіш түтіктегі жұмыс сұйықтығының белгіленуін межеліктің нөлдік белгісін қиыстыру мүмкіндігін береді. Корпустың жоғарғы бөлігіне 3 және 6 штуцерлер бекітілген, олар 2 және 10 резеңке түтіктермен, түтікпен және өлшеуіш түтігімен байланысады.

Қысымды өлшеген кезінде аспап ортамен штуцер арқылы 3 әсерлеседі, ал ыдырауды өлшеу кезінде – штуцер арқылы 6 әсерлеседі.

Тарту мен тегеурін күшін өлшегішті белгілі бір көлбеулік бұрышына орнату үшін деңгей 4 қолданылады. Аспапты орнату) және 8 құлақшалар көмегімен жүзеге асырылады (8 құлақша корпусының еңкею бұрышын бұранда 7 арқылы өзгертуге мүмкіндік береді).

ТНЖ-Н және ТНЖ-Щ типтегі тарту және тегеурін өлшегіштерді 25; 40; 63; 100 және 160 кгс/м² өлшеудің жоғарғы шектерімен дайындайды. Жұмыс сұйықтығы ретінде тығыздығы 850 кг/м³ боялған этил спирті қолданылады.

Техникалық өлшеулер үшін ТДЖ типтегі *сұйықтықты дифференциалды тарту мен тегеурін күшін өлшегіш* қолданылады (2.20 сурет). Аспап ішкі диаметрі 10 мм болатын вертикаль орналасқан шыны өлшеуіш түтіктен 2 және резеңке түтікпен 3 қосылған 5 түтіктен тұрады. 1 межелік бойынша сұйықтықты мениск бойымен нөлдік күйді орнатуға қолданылатын түтік 5 вертикаль бойымен қозғалғыш бұранда (6) көмегімен орын ауыстыра алады. Тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер 1; 2; 3; 4 және 6 өлшеу нүктелерінен тұратын ортақ фронталды рамасы 4 бар жекеленген аспаптардың кешендерінен тұрады.

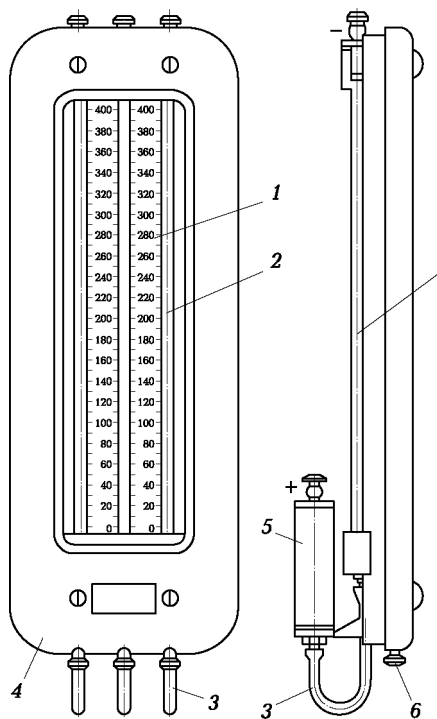
ТДЖ типтегі тарту мен тегеурін күшін өлшегіштерде 160...630 кгс/м² өлшеудің жоғарғы шегі болатын межелік қолданылады. Ондағы жұмыс сұйықтығы ретінде тазартылған су қолданылады.

Мембраналы тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер көрсетуші мембраналы аспаптар болып табылады. ТМП1 (тарту күшін өлшегіш), НМ-П1 (тегеурін тарту күшін өлшегіш) және ТНП-П1 (тарту мен тегеурін күшін өлшегіш) типтегі көлденең профильды межелік пен иінтіректі беріліс механизмі бар мембраналы тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер кең қолданылады. Олардың принципиялды құрылғысы бәрінде де бірдей, тек беріліс механизмі мен корпус пен межелік формалары өзгеше болады.

2.21 суретте ТМ-П1 типтегі *мембраналы тарту күшін өлшегіштің* сызбасы көрсетілген. Тік бұрышты корпуста (сызбада көрсетілмеген) 8 штуцер көмегімен серпінді мембраналы қорапша 1 бекітілген, ол ұштарында бериллий қоласынан жасалған екі дәнекерленген кеңірдекті диск мембраналарынан тұрады. Мембраналы қорапшаның ішкі қуысы

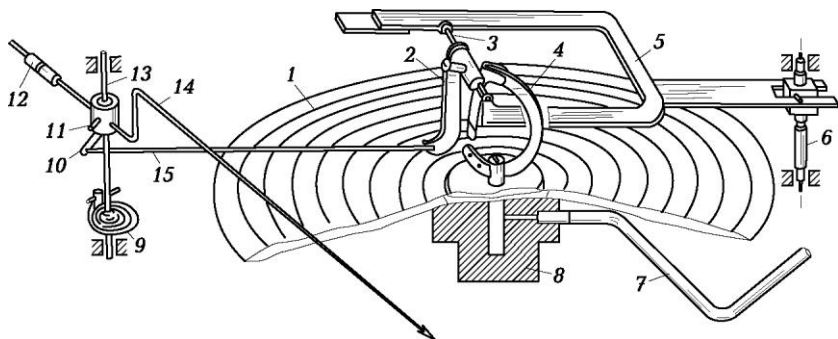
өлшенетін ортамен (берілген жағдайда қысым аз ортамен), ал аспап корпусының қуысы – атмосферамен (қысым үлкен ортамен) әсерлеседі. Мойын жібі 4 көмегімен мембраналы қорапшаның жоғарғы бөлігі оське 3 орнатылған фасондық иінтірекпен 2 байланысады. Серпінді жүйенің қаттылығын ұлғайту үшін ось 3 қапсырма түріндегі жалпақ серіппеге 5 бекітілген.

Қысымдардың айнымалы айырмасының әсерімен мембраналы қорапша сығылады және жазылады да, иінтіректің 2, тарту күшінің 15 және оське орнатылған 13 иінтіректің 10 орнын ауыстыруын тудырады. Осы оське тоқтатқыш бұрамамен 11 қарсы салмақтары болатын 12 көрсетуші тіл 14 бекітіледі. Тіл ұшы көлденең профильды межелік бойымен орын ауыстырады (сызбада көрсетілмеген). Тілдің осіне бір ұшымен, ал екінші ұшымен аспаптың қозғалыссыз бөлігіне бекітілген спираль серіппесі (жібі) 9 иінтіректі механизмдер буынында саңылаудың (люфт) әсерін жою үшін қолданылады.



2.20 сурет. ТДЖ типтегі сұйықтықты дифференциалды тарту мен тегеурін күшін өлшегіш:

1 — межелік; 2 — өлшеуіш түтігі; 3 — резеңкуе түтік; 4 — фронталды рама; 5 — сұйықтығы құйылған түтік; 6 — қозғалғыш бұранда



2.21 сурет. Профильды межелігі бар ТМ-ПІ типтегі көрсетуші мембраналы тарту күшін өлшегіш сызбасы:

1 — мембраналы қорапша; 2 — фасондық иінтірек; 3, 13 — осьтар; 4 — мойын жібі; 5 — серіппе; 6 — нөл түзеткіші; 7 — біріктіруші түтік; 8 — штуцер; 9 — жіп; 10 — иінтірек; 11 — тоқтатқыш бұрамасы; 12 — қарсы салмақ; 14 — тілі; 15 — күш

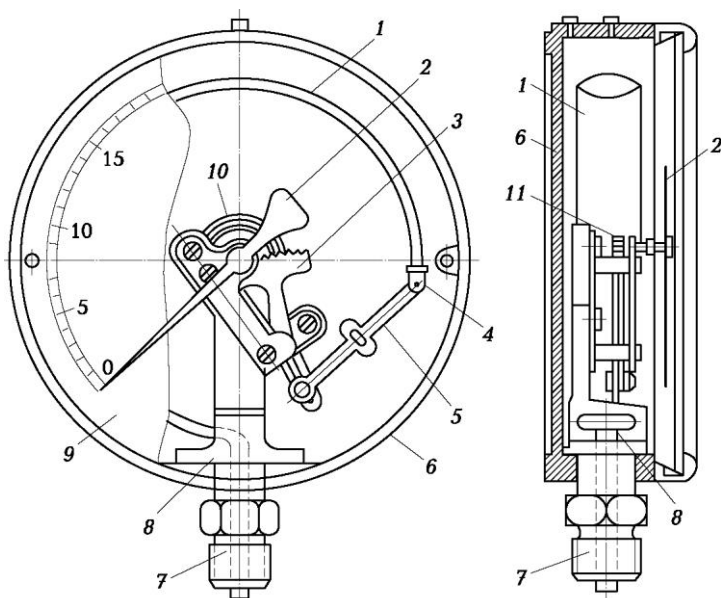
Аспаптың тілін межеліктің бастапқы белгіленуіне орнату үшін нөл түзеткіші 6 қолданылады. Түзетушінің бұрандасы айналған кезінде серіппенің 5 бүгілуі орындалып, тілмен байланысты болатын иінтіректі жүйенің орын ауыстыруы жүзеге асырылады.

2.3.3. Серіппелі манометрлер

Сұйықтық, газ бен будың артық қысымын өлшеу үшін кең қолданысты серіппелі манометрлер алды.

Серіппелі манометрдің жұмыс істеу принципі арнайы серіппелердің өлшенетін қысымның әсерімен туындайтын серпінді деформациясын қолдануға негізделген. Қолданылатын серіппелердің түрі бойынша манометрлер түтікті (бір және көп орамды түтікті серіппелі) және мембраналы (қатар бүкпеленген мембраналы – сифоном) болып ажыратылады.

Көрсетуші бір орамды түтікті серіппелі манометр 2.22 суретте көрсетілген. Эллипс қимасы бар түтікті серіппе 1 бір ұшынан берік түрде манометр корпусына бекітілген 6 ұстағышпен 8 байланысады. Ұстағыш бұрандасы бар штуцерден 7 тұрады, ол көбіне аспапты өлшенетін ортамен қосу үшін қолданылады. Серіппенің бос ұшы шарнирлік осі бар дәнекерленген тығынымен 4 жабылады және мойын жібі 5 көмегімен көрсетуші тілі 2 бар оське бекітілген тісті доңғалақпен 11 байланысқан тісті сектордан 3 тұратын ауыстыратын механизммен әсерлеседі.



2.22 сурет. Көрсетуші бір орамды түтікті серіппелі манометр:

1 — түтікті серіппе; 2 — тілі; 3 — тісті сектор; 4 — тығын; 5 — мойын жібі; 6 — корпус; 7 — штуцер; 8 — ұстағыш; 9 — межелік; 10 — спираль серіппесі; 11 — тісті доңғалақ

Спираль серіппесі 10 тісті доңғалақтың тістерін сектор тістеріне қыстырып алады да, «бос жүрісті» толығымен жояды.

Өлшенетін қысымның әсерімен түтікті серіппе бөлшектеп айналады да, тісті-секторлық механизмнің және осы қысымның мәнін межелік арқылы 9 көрсететін манометр тілінің қозғалысын тудыратын мойын жібін өзінің артынан тартады.

Манометрлер сонымен қатар техникалық, бақылау және үлгілік болып ажыратылады.

Контрольные манометры типа МКО типтегі бақылау манометрлері тасығыш аспаптар болып саналады және қысымның салыстырмалы түрде мерзімді нақты өлшемі және жұмыс орындарында техникалық манометрлерді тексеру үшін қолданылады.

МО типтегі үлгілік серіппелі манометрлер техникалық және бақылау манометрлерін тексеру үшін қолданылады.

2.3.4. Электроконтактлі манометрлер

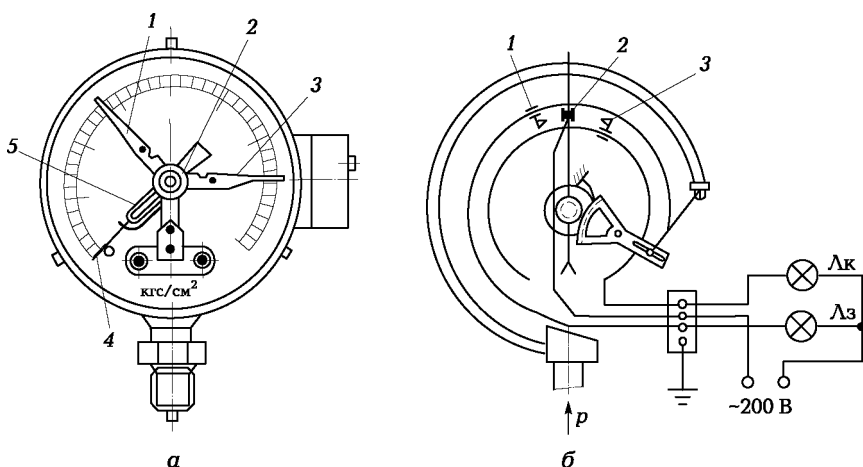
Электроконтактлі манометрлерді технологиялық процестерді, сигнал беру, жылу қорғанысының құрылғыларын және т.б. автоматтандырылған реттеу жүйелерінде қолданады.

2.23 суретте ЭКМ типтегі электроконтактлі манометрдің принципиялды сызбасы және сыртқы түрі көрсетілген. Бұл аспапта серпінді сезімтал элементі ретінде бір орамды түтікті серіппе қолданылады. ЭКМ типтегі аспап өзінің құрылғысы бойынша серіппелі манометрден (2.22 суретін қараңыз) тек арнайы 1, 3 және 5 электроконтактілердің болуымен ғана ерекшелінеді (2.23 суретті қараңыз). 1 және 3 электроконтактілерін орнату шынының сыртқы жағында орналасқан 2 бастиектегі бұранданы айналдыру арқылы манометр межелігінің кез келген белгісіне орнатуға болады.

Объектідегі ортаның өлшенетін қысымы азайып, 1 контакт орнатылған межеліктің минималды мәніне жететін болса, онда аспап тілі 4 контакт арқылы 5 тізбекті тұйықтайды да, белгілі бір түстегі шамды қосады, мысалға жасыл түсті (ШЖ).

Егер де ортаның қысымы белгіленген мәnnің жоғарғы шегінен асатын болса, онда аспап тілі контакт арқылы 5 контактіні 2 тұйықтап, сәйкесінше қызыл түсті шамды қосылады (ШК).

ЭКМ типтегі аспаптар 2,5 нақтылық кластары бойынша шығарылады.



2.23 сурет. ЭКМ типтегі электроконтактлі манометр (а) және оның сызбасы (б): 1, 3, 5 — электрлік контактілер; 2 — бұрандасы бар бастиек; 4 — тілі

2.3.5. Электрлік дистанциялық манометрлер

МЭД типтегі серіппелі электрлік дистанционды манометрлерде өлшенетін ортаның қысым түрленуі жүзеге асырылады, бұл түрлену аспаптың өлшегіш бөлігінің электрлік сигналға механикалық деформациялануын тудырады.

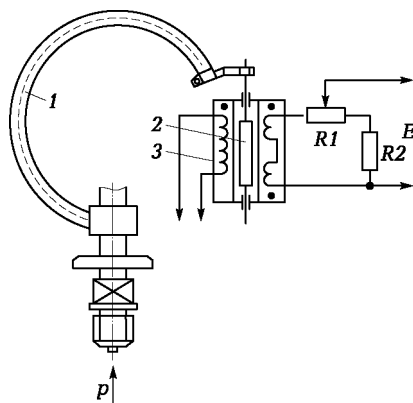
2.24 суретте МЭД типтегі серіппелі манометрдің құрылғысы келтірілген. Бұл аспаптың жұмысы бос ұшы дифференциалды-трансформаторлық түрлендіргіштің 3 иінтірегі арқылы болат білікпен 2 (плунжер) байланысқан бір орамды түтікті серіппені 1 қолдануға негізделген.

Түрлендіргіш бірінші реттік орамның екі секциясынан тұрады, олар қозғалмалы білікке қарсы қосылған екінші реттік (шығыс) орамның екі секциясына қатысты оралған. Түрлендіргіштің бірінші реттік ораммен түзілетін магнит ағыны шығыс орамның секцияларында ЭҚК шамасын индуцирлейді, оның мәндері бірінші реттік орамның қорек тоғына және екінші реттік орам мен бірінші реттік орам секциялары арасындағы $L1$ және $L2$ өзара индуктивтілік шамаларына тәуелді болады. $L1$ және $L2$ өзара индуктивтіліктер түрлендіргіштің катушка ішіндегі біліктің ортаңғы күйі кезінде өзара тең болады. Білік ортаңғы күйден жоғарыға қарай орналасуы кезінде $L1$ өзара индуктивтілік ұлғаяды, ал $L2$ керісінше азаяды. Бұл кезде дифференциалды-трансформаторлық түрлендіргіштің шығыс сигналының E фазасы және мәні өзгереді.

МЭД типтегі аспаптарды 1 және 1,6 нақтылық класымен шығарады.

2.24 сурет. МЭД типтегі серіппелі электрлік дистанционды манометр:

1 — түтікті серіппе; 2 — білік (плунжер); 3 — дифференциалды-трансформаторлық түрлендіргіш; $R1$, $R2$ — резисторлар; p — қысым импульсы; E — шығыс сигналы



2.3.6. Дифференциалды манометрлер

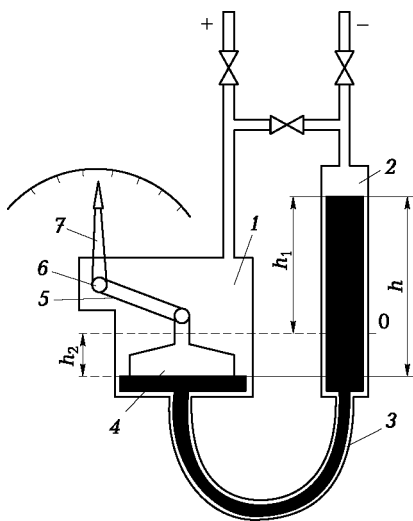
Дифференциалды манометрлер сұйықтық, газ және бу ортадағы өлшеудің екі нүктесі арасындағы қысым айырмасын анықтау үшін қолданылады. Көбіне олар дроссель шығын өлшегіштердегі қысым айырмасын өлшеу үшін кең қолданылады.

Өрекет принципі бойынша дифференциалды манометрлердің тарту күшін өлшегіштерден, манометрлерден, вакуум өлшегіштерінен және ортаның қысымын барометрлік қысымға сәйкес өлшейтін басқа да аспаптардан онша үлкен айырмашылықтары болмайды.

Осылайша, сұйықтықты шыны екіқұбырлы дифференциалды манометр кең қолданыла бастады, себебі ол қарапайым, сенімді қолайлы өлшегіш құрал болып табылады.

Техникалық дифференциалды манометрлер өзінің құрылымы мен жұмыс жасау принципі бойынша қалтқылы, мембраналы, сиффонды, қоңырауша және шеңберлік болып ажыратылады.

2.25 суретте қалтқылы дифференциалды манометр сызбасы көрсетілген. Кең (плюс таңбасындағы) түтікке 1 және түтік арқылы 3 оған қосылған тар (минус таңбасындағы) түтік 2 арқылы жұмыс сұйықтығы құйылған (сынап немесе вазелин майы). Кең түтіктегі сұйықтық бетінде қалтқы 4 жүзіп жүреді, ол иінтірек 5 пен ось 6 арқылы көрсетуші тілмен 7 байланысты болады. Шарнирлік түрде қалтқымен байланысты болатын иінтірек 5 оське 6 қозғалыссыз бекітіледі.



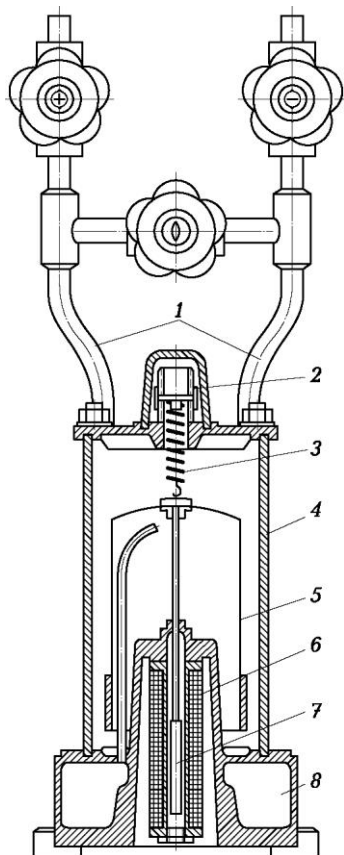
2.25 сурет. Қалтқылы дифференциалды манометр сызбасы: 1,2 — жұмыс сұйықтығы құйылған сәйкесінше кең және тар түтіктер; 3 — байланыстырушы түтік; 4 — қалтқы; 5 — иінтірек; 6 — ось; 7 — тілі; ϕ , h_2 — нөлге қатысты сұйықтық деңгейлері

Қысымның шекті айырмасын өлшеген кезінде жұмыс сұйықтығының h деңгейі кең түтікте максималды түрде h_2 шамасына төмендейді, ал тар түтіктегі сұйықтық деңгейі h_1 шамасына жоғарылайды. Аспаптардың нақтылық классы 1 және 1,6.

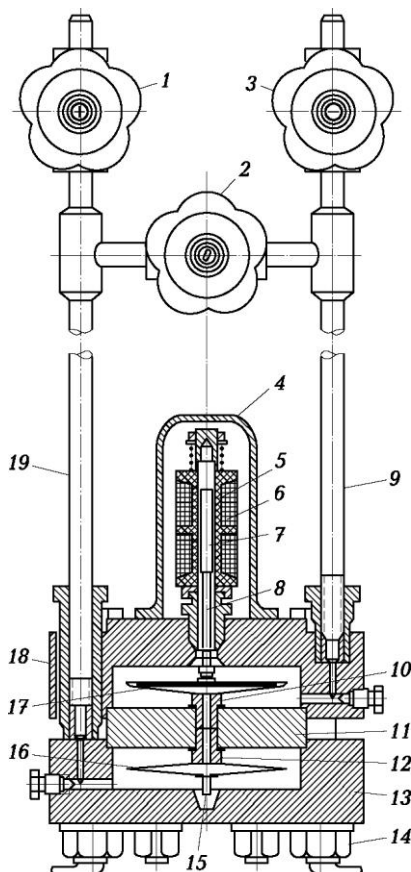
ДКО типтегі қоңырауша түріндегі дифференциалды манометрі (2.26 сурет) межелігі болмайтын аспап болып табылады, оның дифференциалды-трансформаторлық датчигі екінші реттік аспапқа көрсетілімдерді дистанциялық жіберу және газ немесе ауаның қысым айырмасын өлшеу үшін қолданылады. Мұндай құрылғының сезімтал элементі болып қоңырауша 5 алынады, ол жұмыс серіппесіне 3 ілініп, трансформаторлық май құйылған түтікке 4 батырылады. Біріктіруші түтіктер көмегімен 1 қоңырауша үстіндегі кеңістіктік үлкен қысымды ортамен әсерлеседі, ал оның астындағы кеңстіктік – аз қысымды ортамен байланысады. Қоңыраушамен болат плунжер 7 қатты байланыста болады, ол датчиктің индукциялық катушкасының 6 ішінде орын ауыстырып жүреді. Аспапты баптаған кезінде серіппені 3 созу деңгейін бұрандалық құрылғы 2 көмегімен жүзеге асыруға болады. Аспап корпусының негізіне май сезгіш камера (8) жабдықталған, ол қысым айырмасы мүмкін мәннен асып кеткен кездегі май бөлінуінің алдын алады. Екінші реттік аспаппен бірге қолданылатын ДКО типтегі дифференциалды манометрдің нақтылық классы - 1,6.

ДКО типтегі дифференциалды манометрді сонымен қатар тарту мен тегеурін күшін өлшегіші ретінде қолданады.

2.26 сурет. ДКО типтегі қоңырауша түріндегі дифференциалды манометрі:
1 — біріктіруші түтіктер; 2 — бұранда құрылғысы; 3 — серіппе; 4 — трансформаторлық май құйылған түтік; 5 — қоңырауша; 6 — индукциялық катушка; 7 — плунжер; 8 — май сезгіш камера



ДМ типтегі мембраналы дифференциалды манометрлер (2.27 сурет) межелігі болмайтын аспап болып табылады, оның дифференциалды-трансформаторлық датчигі екінші реттік аспапқа көрсетілімдерді дистанциялық түрде екінші реттік аспапқа жіберуге арналған. Мұндай манометрдің сезімтал элементі болып мембраналы блок алынады, ол өзара әсерлесетін 16 және 17 мембраналы қорапшаларынан тұрады, олар бериллий қоладан немесе коррозиялық-берік болаттан жасалған және 10 және 12 штуцерлер көмегімен бөлінетін 11 диафрагмаға салынады.



2.27 сурет. ДМ типтегі мембраналы дифференциалды манометр:
1 — 3 — ілмекті шұралар; 4 — қақпақ; 5 — бөлуші түтік; 6 — индукциялық катушка; 7 — плунжер; 8 — стержень; 9, 19 — біріктіруші түтіктер; 10, 12 — штуцерлер; 11 — бөлінетін диафрагма; 13, 18 — қақпақшалар; 14 — бұрандама; 15 — ниппель; 16, 17 — мембраналы қорапшалар

16 мембраналы қорапша аспаптың төменгі (плюс таңбалы) камерасында орналасқан, ал 17 қорапша — жоғарғы (минус таңбалы) камерасына салынады. Аспап камералары 13, 18 болат қақпақтарымен және 14 бұраңдамалар көмегімен бекітілген 11 бөлінетін диафрагмамен жабдықталған. Мембраналық қорапшалардың ішкі қуыстары 15 ниппель арқылы тазартылған сумен толтырылады, содан кейін ниппельдың юос ұшы толығымен дәнекерленеді.

17 мембраналы қорапшаның ортаңғы бөлігіне 7 болат плунжері болатын 8 стержені бекітілген, ол магнитті емес болаттан жасалған 5 бөлінетін түтіктің ішінде орналасқан. На трубку 5 түтікке датчиктің 6 индукциялық катушкасы кигізілген, ол 4 қақпақпен жабылған, қақпақта екінші ретік аспаптардан біріктіруші материалдарды қосуға арналған штепсель ажыратқышы орналасады.

Дифференциалды манометрдің 9 және 19 біріктіруші түтіктер арқылы жіберілетін 1 және 3 ілмекті шұраларымен мембраналы қақпақшалар төменгі және жоғарғы камераларының қысым айырмасының әсерімен мембраналы қорапша 16 қысылып, ондағы барлық суды 17 қорапшаға жіберіліп, кеңее түседі де, бұл қозғалыс кеңейіп, 7 плунжерді көтереді. Плунжер қозғалысы қысым айырмасы мембраналық қорапшадағы серпінді деформациямен теңеспегенше дейін жүзеге асырылады береді. Аспап камераларында қысымды теңестіру үшін нольді тексерген кезінде 2 шұрасы қолданылады.

2.4.

ЗАТТЫҢ МӨЛШЕРІ МЕН ШЫҒЫНЫН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН АСПАПТАР

2.4.1. Заттың шығыны мен оны өлшеу тәсілдері

Уақыт бірлігінде құбыр желісі, канал және т.б. бойымен өтетін заттың мөлшері *зат шығыны* деп аталады. Зат шығынның мөлшері өлшеудің көлемдік немесе массалық бірліктерімен белгіленеді.

Көлемдік шығынды өлшеудің кең қолданылатын бірліктері ретінде секундына метр ($\text{м}^3/\text{с}$) және сағатына текше метр ($\text{м}^3/\text{с}$) алынса, ал массалық – секундына килограмм ($\text{кг}/\text{с}$), сағатына килограмм ($\text{с}/\text{к}$) және сағатына тонна ($\text{с}/\text{т}$) алынады. Көлемдік өлшеу бірліктерден массалықтарға ауысу және керісінше түріне айнадыру мына формула бойынша орындалады:

$$G = V\rho,$$

мұндағы G — заттың жаппай шығыны, $\text{кг}/\text{с}$; V — заттың көлемдік шығыны, $\text{м}^3/\text{с}$; ρ — зат тығыздығы, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Заттың мөлшерін анықтайтын аспаптарға *есептегіштер* де жатады. Олардың көмегімен мысалға су құбыры бойымен өткен заттың қосынды мөлшері уақыттың белгілі бір мезеті бойынша анықталады, ол үшін аспаптың өлшеу кезеңінің басы мен аяғындағы көрсетілімдері саналып, олардың айырмасы анықталады.

Заттың шығынын өлшейтін аспаптар *шығын өлшегіштері* деп аталады. Жағдайлардың көбісінде шығын өлшегіштерін қосатын есептеу механизмімен жабдықтайды.

Сұйықтықтың, газ бен будың сұйықтық шығынын анықтау үшін көбіне өлшеудің келесі тәсілдерін қолданады: дроссельді, жылдамдықты және көлемдік. Дроссельді тәсілмен – газ бен бу, сұйықтық шығынын анықтау үшін, ал жылдамдықты мен көлемдік – олардың мөлшерін анықтау үшін қолданылады.

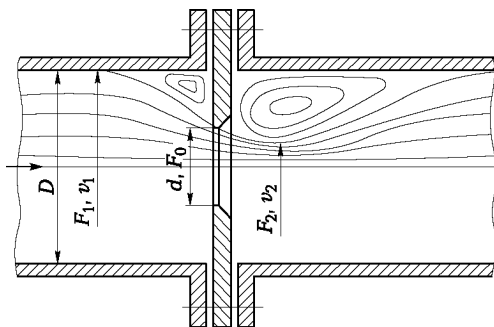
2.4.2. Дросселді шығын өлшегіші

Өлшеудің дроссельді тәсілі құбыр желісінің жасанды түрде тарылған қимасы арқылы өтетін ортаның статистикалық қысымының өзгерісіне негізделген.

Дросселді шығын өлшегіші тарылтатын құрылғыдан тұрады, ол құбыр желісіне қойылып, жергілікті ағынды қысу үшін қызмет ететін (бірінші реттік аспап) дифференциалды манометрінен тұрады. Бұл манометр өтетін ортаның статистикалық қысымның тарылтатын құрылғыға және екі құбырды өзара қосатын біріктіріруші сызықтар (екі түтік) қатысты дейін және кейінгі күйлерінің айырмасын өлшеуге арналған (екінші реттік аспап).

Тарылтатын құрылғы (диафрагма) дөңгелек пішінінде болады, ол құбыр қабырғаларына қатысты шоғырланып орналастырылады да, оның диаметрі d құбыр желісінің диаметрі D құбыр желісінің ішкі диаметрінен төмен болады.

Ағын тарылтатын құрылғыдан өткен кезінде заттың потенциалды энергияның өзгерісі жүзеге асырылады да, оның бір бөлігі ағын сығылуына байланысты және сәйкесінше ағын жылдамдығының өсуіне байланысты кинетикалық энергияға түрленеді. Потенциалды энергияның өзгерісі статистикалық қысым айырмасының пайда болуын тудырады, ол айырма дифференциалды манометр көмегімен анықталады. Диафрагмаға дейін және кейінгі өлшенген қысым айырмасы бойынша дроссельдеу кезіндегі ағынның кинетикалық энергиясын анықтауға болады, ал ол бойынша – заттың шығыны мен орташа жылдамдығын анықтауға болады.



2.28 сурет. Дифференциалды манометрдің құбыр желісіне орнату сипаты бойынша: D, d — сәйкесінше құбыр желісі мен тарылтатын механизмнің диаметрлері; F_1, F_0, F_2 — сәйкесінше су құбырының және максималды түрде аудан қимасы; v_1, v_2 — сәйкесінше құбыр желісінің құбыр мен максималды түрде сығылған ағынның жылдамдығы

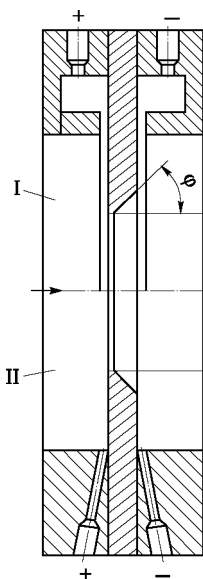
2.28 суретте дифференциалды манометрдің құбыр желісіне орнату кезіндегі ағын сипаттамасы көрсетілген.

Дифференциалды манометрге статистикалық қысымды таңдау тәсілі бойынша манометрге қатысты стандартты дифференциалды манометрлер камералы және камерасыз болып екіге бөлінеді (2.29 сурет). Камералы дифференциалды манометрлерге қатысты қысым екі шеңберлік теңгеруші камераның көмегімен таңдалып, құбыр желісінің шеңбері бойынша қысымды орташа мәнге келтіруге және камерадағы қысым ауысуының нақты өлшемдерін жүргізу әрекеті толығымен қамтамасыз етіледі.

Дифференциалды манометрлерді орнатуға келесі талаптар қойылады:

- Құбыр осіне қатысты тарылтатын құрылғының саңылау центрін мұқият түрде қарау;
- Тарылтатын құрылғы алдында құбыр желісінің ішкі бетінде үлкен кедір-бұдырлықтар, мысалға ойықтар, дәнекерленген тігістер, тығыздауыш төсеніштерінен ішіне қарай шығып тұру сияқты кемшіліктердің болмауы;
- Тарылтатын құрылғыға дейін және кейінгі құрылғының тұрақты диаметрдегі құбыр желілерінің болуы, себебі кез келген әр түрлі жергілікті кедергілер (буындар, бұрыштық, шұралар, жапқыштар және т.б.) жылдамдықтар профилінің бұрмалануын тудырады.

Түзу бөліктерінің ең аз мәндегі салыстырмалы (құбыр диаметріне қатысты еселенген сандарда берілген) ұзындықтары тарылтатын құрылғы алдында және одан кейін



2.29 сурет. Камералы (I) камерасыз (II) стандартты өлшеуіш диафрагмалар:

D, d — сәйкесінше құбыр желісі мен тарылтатын құрылғының диаметрлері; ϕ — көлбеу бұрышы; «+» және «-» — сәйкесінше диафрагмаға дейін және кейінгі қысым импульстары

Диафрагма модульдері мен жергілікті кедергі сипаты келесідей болады:

- I_1 ұзындықтағы телімдер бойынша диафрагма мәні: $I_1/D = 10...80$;
- Диафрагмадан кейін I_2 ұзындықтағы мәні: $I_2/D = 4.8$.

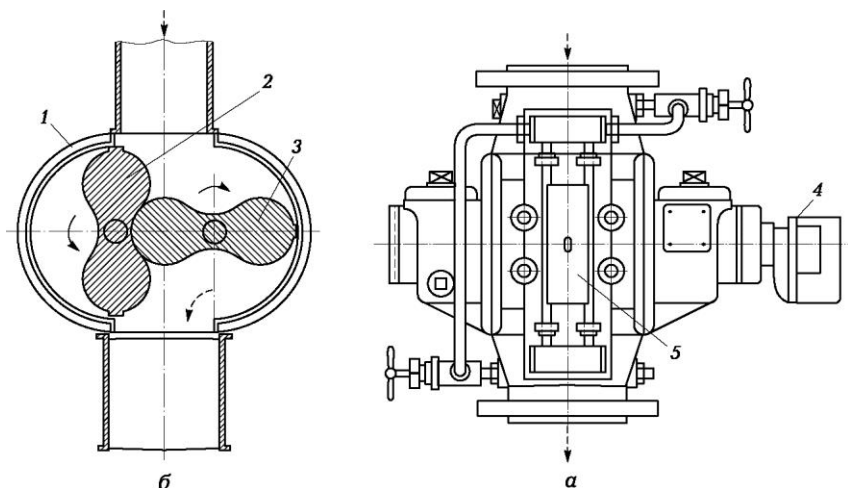
Дұрыс орындалған диафрагмалар кезінде негізгі қателік ($\pm 0,5.1$) % шамасында болады.

2.4.3. Газға арналған көлемдік есептегіштер

Жанатын газдың мөлшерін өлшеу үшін көбіне көлемдік ротациялық есептегіштер қолданылады. РС-100М (2.30 сурет) типтегі есептегіш өлшеуіш камерадан 1 тұрады, оның ішіне екі әр түрлі жаққа айналатын сегіз қырлы 2 және 3 кең айналатын қалақшалар орналастырылады.

Ротациялық есептегіштің әрекеті қалақтар айналған кезіндегі есептегішке дейін және кейінгі газ қысымының айырма әсеріндегі өлшеуіш камера мен қалақ арасындағы газдардың белгілі бір көлемін ығыстыруға негізделеді. Өлшеуіш камераның тісті доңғалақтары мен қабырғалары арасындағы саңылаулар 0,03.0,06 мм-ден аспайды.

Берілген аспапта роликті есептеуіш механизм болады, ол қалақтардың біреуімен магнитті муфта көмегімен немесе сальник тығыздамасынан өткізілген тікелей шығыс осімен байланысты болады. Есептегіштің ластану деңгейін бақылау үшін тікелей сальник тығыздамасы арқылы орнатылған шығыс осыпен байланысты сулы екіқұбырлы дифференциалды манометрмен 5(аспаптағы қысым айырмасын өлшейді) жабдықталған, ол аспаптағы қысым айырмасын өлшеуге арналған.



2.30 сурет. РС-100М (а) ротациялық есептегіш сызбасы мен оның сыртқы түрі (б):
1 — өлшеуіш камера; 2, 3 — қалақтар; 4 — есептеу механизмі; 5 — дифференциалды манометр

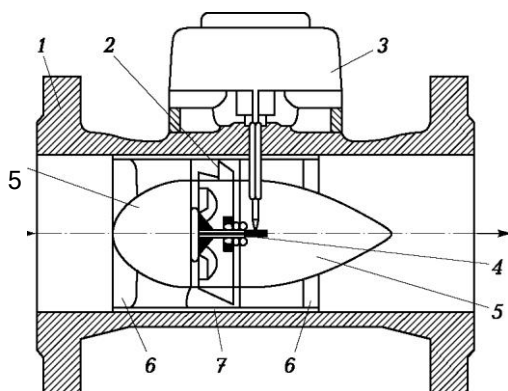
Ротациялық есептегіштерді орнату газқұбырларының вертикаль бөлігінде газ ағынының төмен бағытталған қозғалысы кезінде жүзеге асырады. Есептегіштің шығыс жалғама құбыры механикалық қоспалардан қорғау мақсатында торлы сүзгімен жабдықталған.

РС типтегі ротациялық есептегіштерді номиналды өнімділігі 40 тан 1 000 м³/сағ шамасында жасайды. Газдың номиналды шығыны кезіндегі есептегіштердің кедергілері 30 мм су бағ. шамасында болады.

2.4.4. Турбиналық (жылдамдықты) есептегіштер

Турбиналық газ счетчигі (2.31 сурет) құбыр желісіне, турбинаға 2, есептегішке 3 және турбинаның екі жағында орналасатын орай ағызғыштарға 5 қосуға арналған фланецтері болатын шойын корпуста 1 тұрады. Турбина қалақтары 7 гильза мен 5 орай ағызғыш (көлбеу бұрышы шамамен 45°.болатын) арасындағы саңылауға орналастырылады.

Турбинаның алды мен артына қозғалмайтын бағыттаушы қалақтар 6 қойылған, олар газ ағынын түзетеді. Турбина 4 бұрамдықты беріліс арқылы



2.31 сурет. Турбиналы (тахометрлік) газ счетчигінің сызбасы:
1 — корпус; 2 — турбина; 3 — есептегіш; 4 — бұрамдықты беріліс; 5 — орай ағызғыштар; 6 — қозғалмайтын бағыттаушы қалақтар; 7 — гильза

3 есептегішпен байланысты болады. Турбинаның айналу жиілігі газдың ағу жылдамдығына пропорционалды болады, сәйкесінше оның шығынына да пропорционал болады.

2.5.

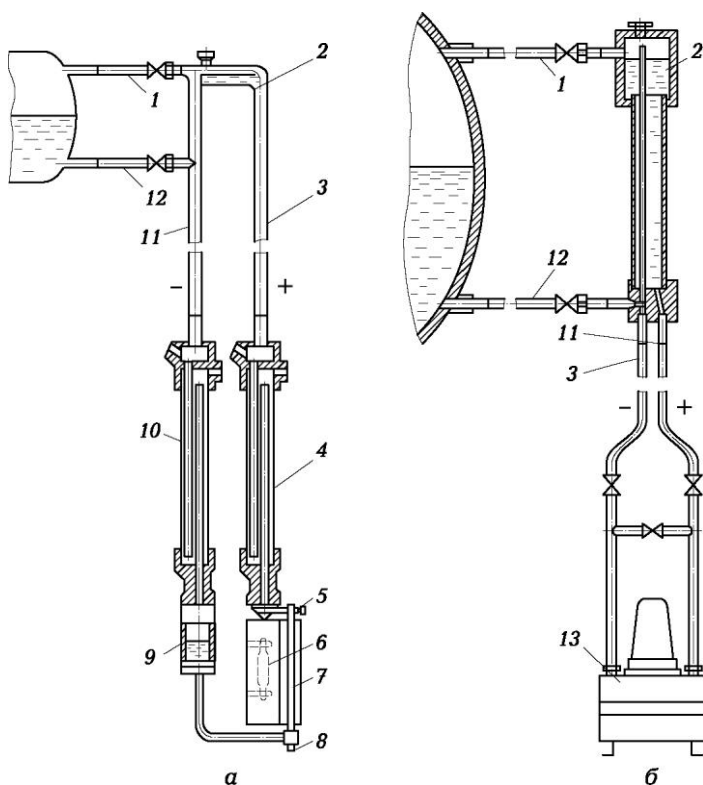
ҚАЗАНДЫҚ БАРАБАНДАҒЫ СУ ДЕҢГЕЙІН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН АСПАПТАР

Қазандық құрылғыларында екі су бағанасының қысым айырмасын өлшеуге негізделген гидростатикалық деңгей өлшегіштері кең қолданылады.

2.32, а суретінде сұйықтықты бірқұбырлы дифференциалды манометрі бар деңгей өлшегіші көрсетілген. Барабанға қалған екі 1 және 12 болат түтіктері көмегімен қосылған аспап теңестіруші түтіктен 2, 3 және 1 біріктіруші мыс түтіктерінен, 4 және 10 кір ұстағыштардан, 9 кең түтіктен және үлкен емес диаметрдегі 7 өлшеуіш түтіктен тұрады. Кірұстағыштарды сумен толтыру мен үрлету оның корпусындағы төменгі және жоғарғы саңылаулары арқылы жүзеге асырылады. 8 тығынмен жабылған саңылау аспаптан жұмыс сұйықтығын ағызудың үшін қолданылады. Сұйықтық деңгейінің жақсы көрсетілімі рефлекторы болатын 6 шаммен қамтамасыз етіледі. Өлшеуіш түтіктің сөндірілуі шұра 5 көмегімен жүзеге асырылады.

Барабандағы және автоматтандырылған реттеу жүйелеріндегі судың деңгейін өлшеу үшін 2.32, б суретінде көрсетілген гидростатикалық деңгей өлшегішін қолданады. Берілген аспап екі

камералық теңестіруші түтіктен 2 және ДМ типтегі межелігі болмайтын дифференциалды манометрден (датчик) 13 тұрады. Түтікпен қазандықтарының барабанындағы бу кеңістігімен байланысқан теңестіруші түтіктің плюс камерасында 11 конденсат деңгейі тұрақты болып қала береді. Түтіктің минус таңбасындағы камера 3 түтік арқылы қазандықтарының сулы кеңістігімен байланысады. Бұл камерадағы су деңгейі қазандық барабанындағы айнымалы деңгейге сәйкес келді. Теңестірілген түтіктің плюсталған және минуслық камералардағы су бағаналарының қысымы 3 және 11 біріктіруші түтіктер арқылы дифференциалды манометрдің біріктіруші төменгі және жоғарғы полюстары бойымен жіберіледі.



2.32 сурет. Бу қазандығындарының гидростатикалық деңгей өлшегіштері:

a — сұйықтықты бірқұбырлы дифференциалды манометрмен; *б* — мембраналы дифференциалды манометрмен; 1, 3, 11, 12 — біріктіруші түтіктер; 2 — теңестіруші түтік; 4, 10 — кірүстағыштар; 5 — шұра; 6 — рефлекторы бар шам; 7 — өлшеуіш түтік; 8 — тығын; 9 — кең түтік; 13 — дифференциалды манометр

Тенестіруші түтіктің жоғарғы және төменгі камералардың айырма әсерімен плунжер индукциялық катушкада орын ауыстырады да, барабандағы су деңгейіне байланысты болатын және екінші реттік аспап көмегімен тіркелетін белгілі бір ЭҚК-ті индуцирлейді.

2.6. ГАЗ ҚҰРАМЫН ӨЛШЕУГЕ АРНАЛҒАН АСПАПТАР

Газ құрамының мөлшерлік талдауы үшін *газ талдаушылары* деп аталатын аспаптар қолданылады. Газ талдаушылары қолдық (тасығыш) және автоматтандырылған деп ажыратылады: біріншілері бақылау және лабораторлық өлшеулер үшін қолданылады, екіншілері – өнеркәсіптік құрылғылардағы газдардың үздіксіз талдауы үшін қолданылады. Өлшеудің жоғарғы нақтылығына сәйкес қолдық газ талдаушылары қазандық агрегаттарының жұмыстарын жөндеу және тексеру кезінде, сонымен қатар автоматтандырылған газ талдаушыларын тексерген кезінде қолданылады.

Әрекет ету принципі бойынша химиялық, хроматографиялық, магнитті және электрлік газ талдаушылары болып ажыратылады.

Тасығыш *химиялық газ талдаушылары* өзінің тағайындалуы бойынша газды қысқартылған және толық талдау газ талдаушыларына бөлінеді.

Химиялық газ талдаушылары сәйкес химиялық реактивтерді таңдаулы жұту (абсорбция) жолымен газ қоспасының жекеленген компоненттерін анықтайды.

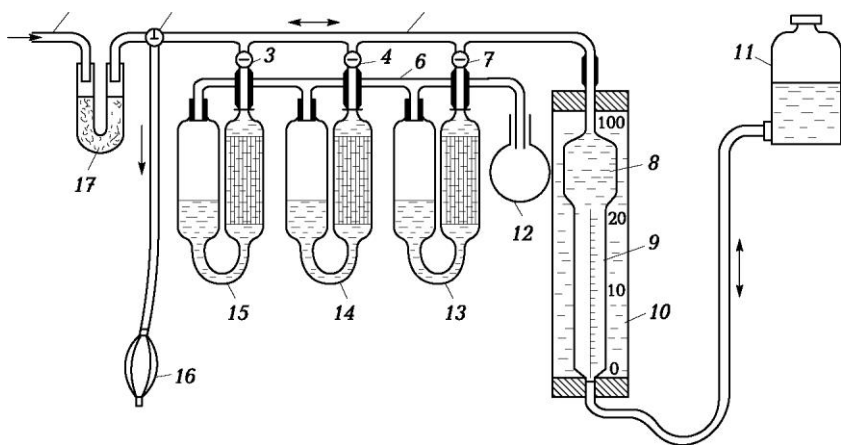
2.33 суретте қысқартылған талдаудың ГХП-3 типтегі тасығыш газ талдаушысының сызбасы көрсетілген. Берілген аспаппен реактивтермен 13 — 15 шыны жұтушы түтіктерді қолдану арқылы CO_2 , O_2 және CO түтін газдарының құрамын анықтайды. Әрбір түтік 200 мл реактивтен және екі байланыстырушы баллондардан тұрады, оның біреуі реактивпен газды жұту үшін қолданылса, екіншісі – жұту кезінде шығарылатын реактивті қабылдау үшін қолданылады. 5 шыны бөліп таратушы тарақ аспабына 3, 4, 7 крандары бар жіңішке түтіктер көмегімен біріктірілген газды жұтуға арналған баллондарда сыртқы диаметрі 4...5 мм болатын жұқа қабырғалы шыны түтіктер орналасқан, олар зерттелетін газдың реактивпен әсерлесу кезіндегі бетті ұлғайту үшін қолданылады. Реактивтерді қабылдауға арналған баллондар жоғарғы бөлігінде ерітінділерді атмосферадан оқшаулайтын 12 резеңке қаптары бар 6 шыны түтікпен байланысқан.

5 таратушы тарақ аспабының оң ұшына сыйымдылығы 100 мл болатын 8 өлшеуіш бюреткасы қосылады (газ қоспасының 100%-құрамына сәйкес келеді). Бюретка газ сынамасын салқындату және талдау кезінде тұрақты температураны сақтау үшін шыны цилиндрлік түтікке (қабыққа) салынады.

Резеңке түтік көмегімен өлшеуіш бюретка аспапта газ сынамасын таңдау мен тасымалдау үшін натрий хлоридінің сулы ерітіндісінен тұратын тұйықтауыш сұйықтық құйылған теңестіруші түтікке 11 қосылады.

5 таратушы тарақ аспабының сол ұшына 2 үш кодты кран қойылады, ол атмосферамен ұшында 16 резеңке алмұрты мен 17 газды тазартуға арналған сүлгісі бар және шыны мақтамен толтырылған түтік көмегімен әсерлеседі. Сүзгі 1 газ өткізуші түтікпен қазандығындағы газ кетуінің жолымен байланысады.

13 түтігі CO_2 газын жұту үшін қолданылады. Реактив ретінде КОН калий гидроксидінің сулы ерітіндісін қолданады. 14 түтік O_2 газын жұту үшін қолданылады. Оның ішінде реактив ретінде $\text{C}_6\text{H}_3(\text{OH})_3$ пиррогаллов қышқылының сілтілік ерітіндісі қолданылады. CO газын жұту 15 түтікте CuCl_2 мыс хлоридінің сілтілік ерітіндісімен өтеді.



2.33 сурет. Қысқарған талдауға арналған ГХП-3 типтегі тасығыш газ талдаушысының сызбасы:

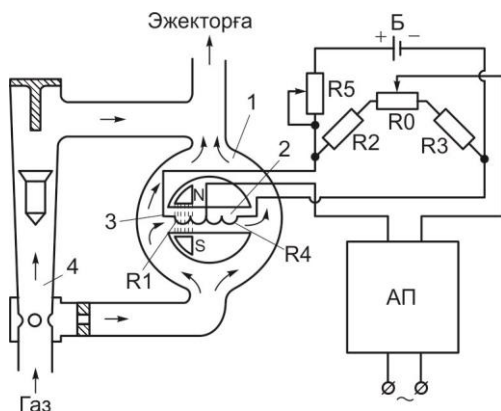
1 — газ өткізуші түтік; 2 — үш кодты кран; 3, 4, 7 — крандар; 5 — бөліп таратушы тарақ аспабы; 6 — шыны түтігі; 8 — өлшеуіш бюретка; 9 — межелік; 10 — сулы қабық; 11 — теңестіруші түтік; 12 — резеңке қап; 13 — 15 — жұтушы түтіктер; 16 — резеңке алмұрт; 17 — сүзгі

Магнитті газ талдаушылар түтін газдарының құрамында оттегіні анықтау үшін қолданылады, себебі оттегінің магниттік қасиеттері басқа газдардың магниттік қасиеттерінен қатты ерекшелінеді.

Магнитті газ талдаушыларының сызбасы 2.34 суретте көрсетілген. Аспап арқылы суағынды эжектормен сорып алынатын газ қоспасы 1 шеңберлік камераға жіберіледі. Шеңберлік камера арқылы газдың шығыны аспапқа жабдықталған тұрақты 4 ротаметр көмегімен сүйемелденеді, ротаметр газдың бір бөлігін камера айналымына жіберіп тұрады. Шеңберлік камера ортасынан жұқа платина сымынан жасалған теңестірілмеген өлшеуіш көпірдің $R1$ және $R4$ бірдей белсенді иықтары салынған 2 көлденең түтік көмегімен байланыстырылады. Көпірдің белсенді иықтары ағатын токтың әсерімен $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ температураға дейін қыздырылады.

Өлшеуіш көпірдің басқа манганиннен жасалған екі иығы - $R2$ және $R3$ тұрақты кедергіге ие болады. Көпір шыңында орналасқан $R0$ реостаты аспаптың нөлін орнату үшін қолданылады. Өлшеуіш көпірдің қоректендірілуі диагональдарының біреуіне қосылған ток күшін реттеу үшін $R5$ реостаты бар Б тұрақты ток көзінен жүзеге асырылады. Көпірдің басқа диагоналіне O_2 газының пайыздарымен градусталған 5 автоматтандырылған потенциометр АП қосылған.

2 көлденең түтіктің сол ұшының сыртына тұрақты магнит полюстері орналстырылған.



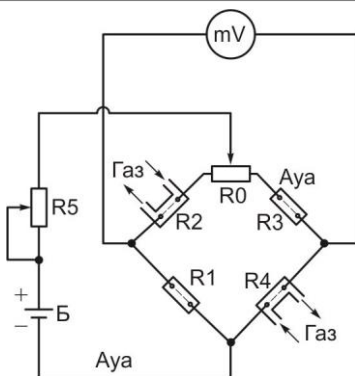
2.34 сурет. O_2 газын анықтайтын магнитті газ талдаушысының сызбасы: 1 — шеңберлік камера; 2 — көлденең түтік; 3 — тұрақты магнит; 4 — ротаметр; $R0$, $R5$ — реостаттар; $R1$ — $R4$ — өлшеуіш көпірдің иықтары; Б — тұрақты ток көзі; АП — автоматтандырылған потенциометр

Осы түтіктің басқа ұшының жанына өтетін салқын газ салыстырмалы түрде жоғары магнит сезінушілігі болғасын, бөлшектеп магнит өрісіне тартылып, түтіктің оң ұшы арқылы қыздырылған газды толығымен ығыстырады.

Осылайша шеңберлік камерада зерттелетін газдың бағыттаушы ағыны пайда болады, оның жылдамдығы O_2 құрамына тәуелді болады.

Көпірдің $R1$ иығы түтік арқылы газ қоспасының қозғалысы кезінде $R4$ иығына қарағанда тезірек салқындайды, себебі ол $R4$ иығына қарағанда салқынырақ газбен шайылады және оның электрлік кедергісінің мәні төменірек, бұл жағдай өлшеуіш көпірдің тепе-теңдігінің бұзылуын тудырып, потенциометр тілінің ауытқуына әкеледі.

Электрлік газ талдаушыларының әрекеті газ қоспасы мен ауаның жекеленген компоненттерінің өзгеше болуына негізделеді. Көбіне электрлік анализаторлар түтін газдарында CO_2 құрамын анықтау үшін қолданылады. Көмірқышқыл газында ауаға қарағанда жылу өткізгіштік қасиеті 2 есе аз шамада болады, ал CO , N_2 және O_2 газдардың жылу өткізгіштік мәндері ауаның жылу өткізгіштігіне шамалас болады. Бұл жағдай түтін газдың құрамында CO_2 газын қоспаның жылу өткізгіштігінің өзгерісі негізінде анықтауға мүмкіндік туғызады. Сулы будың газ қоспасының жылу өткізгіштігіне әсері аспап алдында қойылған тоңазытқыштағы газдың кебуімен жойылады.



2.35 сурет. CO_2 газына электрлік газ талдаушысының принципиялды сызбасы:

$R0$, $R5$ — реостаттар; $R1$ — $R4$ — өлшеуіш көпірдің иықтары; Б — тұрақты ток көзі; mV — милливольтметр

Электрлік газ талдаушысы (2.35 сурет) теңестірілмеген көпір сызбасы бойынша жұмыс істейді, оның *R1* — *R4* белсенді иықтары жұқа платина сымынан жасалып, бірдей электрлік кедергіге ие болады. *R2* және *R4* иықтары жұмыс камераларына қойылған, ол камера арқылы үздіксіз түрде түтін газдары өтеді, ал *R1* және *R3* иықтары — салыстырмалы камераларға бекітіледі, оның ішінде ауа тұрады.

Көпірдің қоректендірілуі оның диагоналына ток күшін реттеуге арналған *R5* реостаты бар Б тұрақты ток көзінен жүзеге асырылады. Көпірдің басқа диагоналына CO_2 пайыздармен градусталған милливольтметр қосылған. Ток өткен кезде көпір иықтары $100\text{ }^\circ\text{C}$ температураға дейін қыздырылып, жылуды камера қабырғаларына ауаның қабаты мен түтін газдарының камералары арқылы береді.

Құрамында CO_2 болатын түтін газдарының жұмыс камералары арқылы сорылу кезінде жұмыс камераларында болатын сымдардың жылу өткізгіштігі салыстырмалы камерадағы сымдардың жылу өткізгіштігіне қарағанда азаяды. Оның нәтижесінде температура және *R2* мен *R4* иықтарының кедергісі ұлғаяды, бұл жағдай көпірдің тепе-теңсіздігін және милливольтметр тілінің зерттелетін газда CO_2 құрамына сәйкес келетін белгілі бір бұрышқа ауытқуын тудырады.

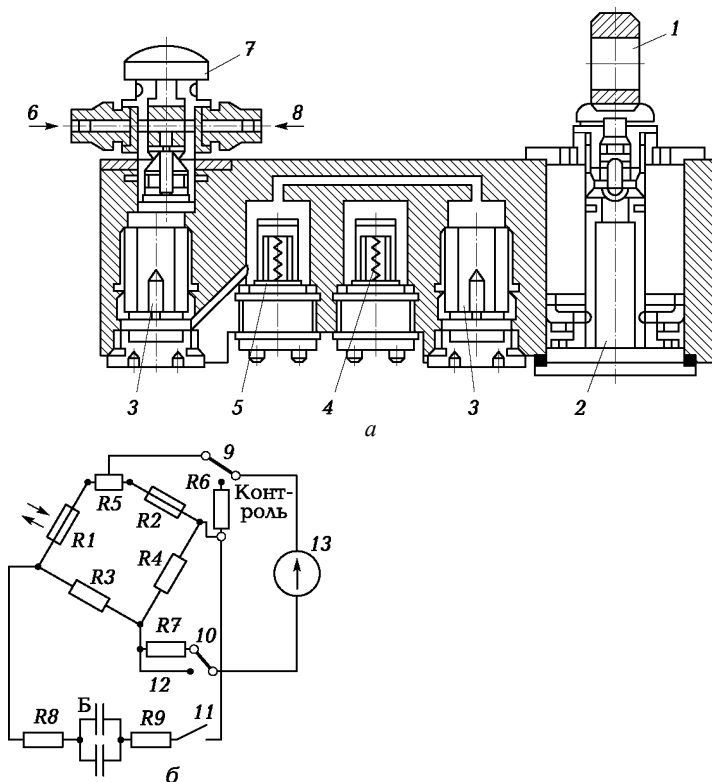
2.6. ГАЗ ИНДИКАТОРЛАРЫ

Газ отынын қолданудың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қазандығындағы газ мөлшеріне тұрақты бақылау мен газдың шығып кету орындарын уақытында анықтауды жүргізу қажет.

Газ индикаторлары ауада бір немесе бірнеше жанатын газды анықтауға мүмкіндік береді. Бұл аспаптардың жұмыс істеу принципі белгілі бір газ қоспасы пайда болған кездегі ауаның физикалық және химиялық қасиеттерінің өзгерісіне негізделген.

2.36 суретте *ПГФ2М газ индикаторы* көрсетілген. Аспаптың электрлік сызбасы Уитстон көпірінен, оның екі иығы — платина спиральдары, қалған екеуі — тұрақты кедергілерден тұрады.

Берілген аспаптың әрекет ету принципі оның бетінде газ-ауалы қоспаның зерттелетін сынамасының жағылуы кезінде температураның жоғарылауы нәтижесінде көпірдің платина иығының электрлік кедергісінің өзгерісіне негізделген. Өлшеуді орындаған кезінде



2.36 сурет. ПГФ2М газ индикаторының құрылымы (а) және электрлік сызбасы (б):

1 — ауалы сорғыштың тұтқасы; 2 — ауалы сорғыш порьшені; 3 — жарылудан қорғалған құрылғы; 4 — салыстыру камерасы; 5 — өлшеуіш камера; 6 — талданатын ауаның шығысы; 7 — үш кодты қран; 8 — таза ауа шығысы; 9, 10 — тумблерлер; 11, 12 — гальванометрдің төмен және жоғары сезімталдықты қайта қосқыш тұтқасы; 13 — гальванометр; R1 — R4 — өлшеуіш көпірдің иықтары; R5 — реостат; R6—R9 — резисторлар; Б — тұрақты ток көздері

платина спиральдарының біреуіне таза ауа, екіншісіне — газ-ауалы қоспаны жібереді, онда газдың пайыздық мөлшерін анықтайды. Талданатын газдың сынамасын ауамен араластырады, ол үшін үш кодты қранды сәйкес күйге орнатады: бірінші күйде қран газ индикаторының камерасын газ жинақтағыш шлангпен қосады, екінші күйінде — қоршаған атмосферамен, үшінші күйінде — қоршаған атмосферамен және газ жинақтағыш шлангпен.

Талданатын газ аспаптың екі штупері бар үш кодты краны арқылы сорылып алынады: газ жинақтағыш шлангты және камера мен атмосфераны әсер ету үшін. Кран төлкесінің саңылауларына калибрлік диафрагмалар өту саңылауларының белгілі қатынасымен орнатылады, бұл газ сынамасын ауамен 1:2, 1:5, 1:10 қатынасында араластыруға және гальванометрдің жоғары межелігінен асатын газ концентрациясын талдауға мүмкіндік береді.

Гальванометр тілінің максималды ауытқуына жауап беретін концентрациясы газ концентрациясына жоғары болатын газ талдауы үшін газ индикаторының электрлік сызбасында гальванометрге қосымша кедергі қосылады, ол оның сезімталдығын 5 есе төмендетуге жағдай жасайды. Гальванометр межелігі I, II, III индекстері қызыл үшбұрыштармен белгіленген үш реперлік нүктелерден тұрады.

Газ индикаторының жұмыс бөліктері корпусқа бекітілген панельге жөнделген. Панельдің сыртқы бетінде 7 үш кодты кран, 13 гальванометр, 1 ауалы сорғыштың тұтқасы, 9 және 10 тумблер мен өлшеу шектерінің қайта қосқышы орналастырылған.

Газ индикаторының электрлік сызбасының қорек көзі ретінде аспап камерасына орналастырылған 3,7 В кернеу мәндегі екі параллель қосылған батареясы қолданылады.

Көпірді қоректендіру батырмалы қайта қосқыш арқылы жүзеге асырылады. Аспапты жұмсқа дайындау үшін қайта қосқыштың тұтқасын «Бақылау» күйіне қойып, реперлік нүктені «Кернеуді орнату» белгісіндегі реостат тұтқасын айналдыру арқылы тіркеу қажет. Аралықтардың қайта қосқышы бірінші жұмыс күйінде болуы қажет. Содан кейін аралықтардың қайта қосқышы «Талдау» күйіне қойылады да, камераға таза ауа сорылады. R5 нөлдік реостаттың тұтқасын айналдыру арқылы (нөлмен теңескенге дейін) аспаптың көпірлік сызбасының тепе-теңдігі орнатылады. Дайындық жұмыстары орындалғасын талдау процесін жүргізу басталады. Ол үшін сорғыш көмегімен жұмыс камерасына талданатын газдың сынамасы сорылады да, «Қызару» батырмасы басылады. Қақпақтың ішкі жағында орналасқан кестені гальванометр тілінің ауытқуына сәйкес қолдану арқылы газ концентрациясын анықтайды.

Газ индикаторы жарылу қаупі болмайтын құрал борлып саналады, бұл жарылудан қорғайтын арнайы құрылғылардың көмегімен қамтамасыз етіледі.

Орнатылған микросорғышсы бар *ТС-92 тесік іздеуші-сигнал бергіш* (2.37, *а* суреті) газды тұтылатын кәсіпорындардың жанатын және токсинді газдардың шығуын және газдалу деңгейін анықтауға арналған.

Аспап метан құрамының 1 %-ға көтерілуі жайлы белгі береді (тұтанудың төменгі концентрацияланған шегінен 20 %). ТС-92 тесік іздеуші-сигнал бергіш жарылудан қорғалатын және қарапайым түрде шығарады.

ТС-92 тесік іздеуші-сигнал бергіштің жұмыс негізінде газбен әсерге түскен кезіндегі жартылай өткізгішті датчиктің кедергі өзгерісін тіркеу принципі жатыр.

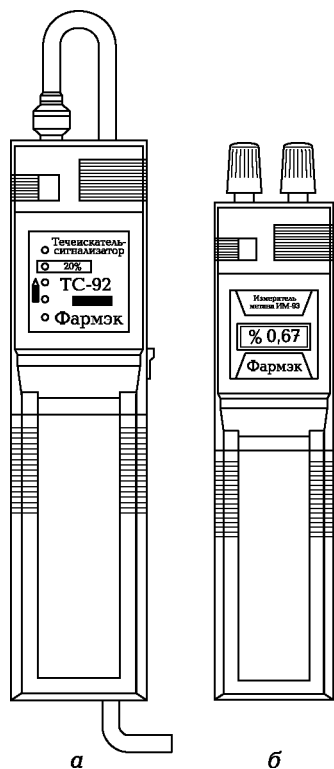
Құрылымдық түрде тесік іздеуші пластмасс корпусының ішінде орналасқан микросорғыштан, датчиктен, белгі беру блогы бар тақтадан, қоректендіру қуысынан тұрады.

ИМ-93 метан өлшегіші (2.37, б сурет) 0...5 көл. % аралығындағы метан концентрациясын өлшеу үшін қолданылады, обеспечивает метан мөлшері ($1 \pm 0,25$) көл. % шамасына жеткенде дыбыстық белгілеуді қамтамасыз етеді.

Берілген өлшегіштің жұмыс істеуі негізінде газ әсер еткен кезде терموкаталитикалық датчиктің кедергі өзгерісінің тіркеу әрекеті жатыр. Құрылымдық жақтан өлшегіш пластмасс корусының ішіне салынған тақтадан, қорек қуысынан, датчик пен ұшқыннан қорғау блогынан тұрады.

Өлшегішті қоқан кезінде қорек кернеуі аккумуляторлық батареядан ұшқыннан қорғау блогынан кернеу түрлендіргішіне жіберіледі, содан кейін стабилизаторға түсіп, оның шығысынан аналогты-цифрлық түрлендіргішке жіберіледі.

Аналогты-цифрлық түрлендіргіштің кірісіне терموкаталитикалық сенсордан сигнал және кернеу стабилизаторынан тірек кернеуі түседі. Ақпарат цифрлық түрде цифрлық индикация құрылғысында көрсетіледі.



2.37 сурет. ТС-92 тесік іздеуші-сигнал бергіш (а) және ИМ-93 метан өлшегіші (б)

Аккумуляторлық батареяның разрядталу деңгейін бақылау әрекетін қорек бақылау құрылғысы орындайды. Батарея разрядталған кезінде қорек бақылау құрылғысынан түсетін сигнал басқару блогына түседі де, термокаталитикалық сенсорды қоректендіретін кернеу стабилизаторын сөндіреді және белгі беру блогы қосылады.

2.8. БАҚЫЛАУ-ӨЛШЕГІШ АСПАПТАРДЫҢ ҚОЛДАНЫЛУЫ

2.8.1. Бақылау-өлшегіш аспаптардың орнатылуы

Стационарлы бақылау-өлшегіш аспаптарды орнату орындарын таңдау әрекетін оларды қолдану ерекшелігіне, дұрыс және сенімді жұмыс шарттарын қамтамасыз ету шарттарына, көрсетілім және қызмет ету ыңғайлығына, сонымен қатар олардың құрылымдық ерекшеліктеріне байланысты жүзеге асырады.

Өндірістік мұқтаждықтар үшін қолданылу сипатына сәйкес стандартты бақылау-өлшегіш аспаптар оперативті және есептік болып бөлінеді.

Оперативті түрлерге технологиялық процестердің барысына және құрылғының жұмыс режимінің дұрыстығын бақылау жүргізілетін аспаптар жатқызылады. Өлшенетін шамалардың ауытқып кету жағдайында машинист басқару жабдықтары көмегімен жұмыстың қалыпты режимін қабылдайды.

Есептік аспаптар — тіркеуші және қосынды — процестің одан әрі барысына талдау жасау, оперативті персоналдың жұмыс бақылауын жүргізу, кәсіпорын ішінде және тұтынушылармен экономикалық есептеулер үшін бастапқы мәліметтерді алу үшін қолданылады. Есептік аспаптың көрсетуші бөлігі сонымен бірге өлшенетін шаманың оперативті бақылауы үшін де қолданылуы мүмкін.

Мысалға, шығын өлшегішінің екінші реттік аспабы көрсетуші межеліктен басқа тіркеуші механизм мен есептік құрылғыдан тұрады. Көрсетуші бөлік оперативті бақылау үшін қолданылса, тіркеуші - бір кезек үшін заттың шығын өзгерісіне талдау жасау үшін, ал есептік құрылғы – шығындалған заттың шамасы туралы мәліметтерді алу үшін қолданылады.

Оперативті аспаптарды машинисттің жұмыс орнына қатысты қояды да, олардың көрсетілімін бақылайтындай етіп технологиялық жабдықтың басқару кілттеріне жақын етіп қояды. Аспаптардың көп шамасы болған кезінде оларды көбіне арнайы қалқанға топтайды.

Процестерді дистанциялық басқарудың кілттерін пультқа шоғырландырады. Қалқан мен басқару пульты бөлек немесе бірге қолданылатын түрлері болады. Бірге қолданылатын қалқан-пульт монтаждағанда арзанырақ шығады және орналастыру бойынша аз орынды қажет етеді. Бірақ та бөлек қалқан мен пульт машинисттер үшін қолайлы, себебі бұл жағдайда барлық аспаптардың көрсетілімі және басқару жабдықтарының концентрациясы толығымен қамтамасыз етіледі.

Есептік аспаптар мен автоматтандырылған реттеуіштер үшін қалқандар оперативті қалқандардан бөлек қойылады, себебі есептік аспаптарды тұрақты бақылап тұру қажет емес.

Аспаптарды қолданудың тиімді шарттары мен оперативті персоналдың жұмыстары окшауланған бөлмелердегі орталық қалқандармен қамтамасыз етіледі. Қоршаған ортаның температура тұрақтылығы, тербелістің болмауы, шаң, дымқылдық, зиянды газдар, электр күші бар құрылғылардан электромагнитті кедергілердің болмауы – аспаптардың дұрыс және орынды жұмыс жасауына қолайлы жағдай жасайды.

Өндірістік бөлмеде болған басқарудың жергілікті қалқандарында аспаптардың жақсы жұмыс істеуіне қолайлы шарттар тұрақты жасала бермейді. Мұндай бөлмелердің үлкен кемшілігі болып жұмыс істеп тұрған құрылғымен жасалатын тербеліс алынады. Тербеліс аспап көрсетілімінің қателіктерінің ұлғаюына жағдай жасаумен қатар, қысқа мерзім ішінде аспап механизмін жарамсыз күйге келтіре алады.

Жұмыс істеп тұрған құрылғыға датчиктер мен көрсетілімнің дистанциялық берілісі болмайтын жергілікті әрекеттегі кейбір аспаптар орнатылады сынап термометрлері, тахометрлер және т.б.).

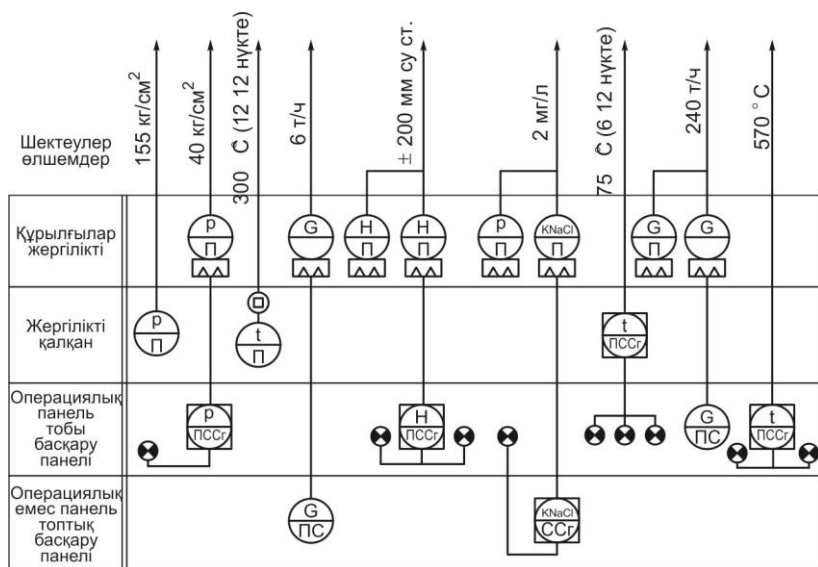
Басқару қалқандарында көбіне екінші реттік аспаптар орналастырылады, олар датчиктермен және электр өлшеуіш аспаптармен электрлік байланыста болады. 2.38 суретте қазандық агрегатының бақылау-өлшегіш аспаптарының орналастыру сызбасының бір бөлігі көрсетілген.

2.39 суретте бу қазандығындағығы негізгі бақылау-өлшегіш аспаптарының орнату сызбалары келтірілген.

Екінші реттік аспаптарды қалқан бетіне қойғанда оның ауданын рационалды қолдану үшін белгілі бір принциптерді ұстанады. Межелігі ірі көрсетуші аспаптар қалқанның жоғарғы жағына қойылады, ал аз габаритті аспаптар – төменгі жағына орналастырылады.

Механикалық бұзылуларға бейім сұйықтықты шыны термометрлерді механикалық жиектемелерге салынады. Жиектемемен бірге термометрді жабдықтың температураны өлшеуді қажет ететін бөлікке дәнекерленген арнайы ұяшыққа (гильзаға) бұрап тастайды. Жылуберілімді жақсарту үшін жиектемені минералды маймен ауыстырады.

Манометрлік термометрлерді монтаждау кезінде әр түрлі бұзылуларды алдын алу үшін қауіптілік шарттарын ұстану қажет.

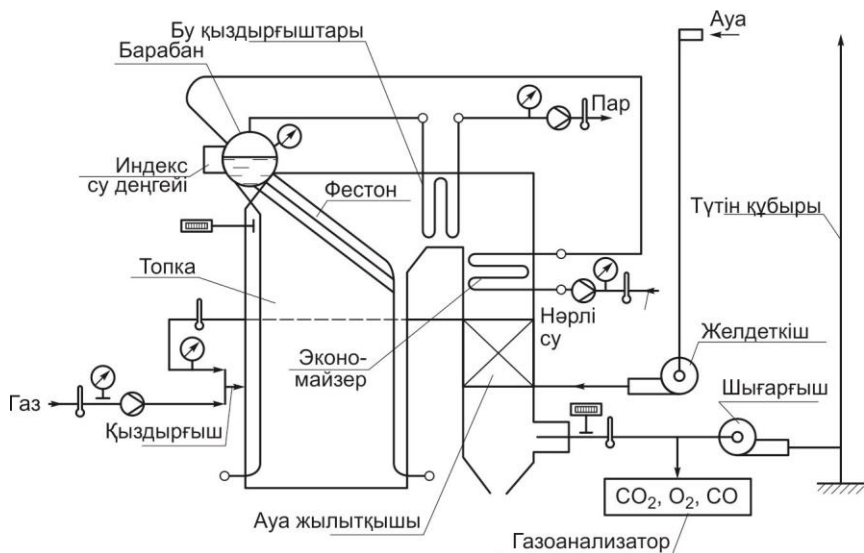


2.38 сурет. Қазан агрегатының бақылау-өлшегін аспаптарының сызбасындағы өлшеуіш аппаратураның бейнесі:

p — қысым; t — температура; G — шығын; H — деңгей; $KNaCl$ — тұз құрамы; $П$ — көрсетуші аспап; $ПС$ — көрсетуші және өздігінен жазушы аспап; прибор;

ПССГ — көрсетуші, өздігінен жазушы және белгі беретін аспап;

- электрлік көрсетілімі болатын датчик; - сигнал шамы; — өлшеу нүктелерінің қайта қосқышы



2.39 сурет. Бақылау-өлшегіш аспаптарды бу қазандығына орнату сызбасы:

○ — шығын өлшегіші; ⊙ — манометр; ⊥ — температураны өлшейтін аспап; на — капилляр тарту мен тегеурін күшін өлшегіші.

Термобаллонның батыру тереңдігін ағын ортасына максималды жақындау шарттарына сәйкес таңдайды. Капиллярды әр түрлі қыздырушы құрылғылардан алшақ жерде орнату қажет.

Аса қауіпті жерлерде капиллярды механикалық бұзылулардан оны түтікке немесе бұрыштыққа салу арқылы сақтайды.

Кедергі термометрлер және термोजұптар міндетті түрде қорғаныс жиектемелерге салынады. Термометрлердің шығыс ұштары және термोजұптың электродтары бір-бірінен фарфоралық моншақтар көмегімен оқшауланады. Байланыс сызығының сымдары кедергі термометрлері мен термोजұптардан екінші реттік аспаптарға сәйкес оқшауланған күйде тұрып, бір-бірінен және «жерден» оқшауланып орнатылуы қажет.

Сұйықтықты шыны манометрлер қатаң түрде вертикаль күйде қойылып, қызмет көрсетілу үшін қолайлы күйде орнатылып, жарық жерге қойылуы қажет. Жұмыс сұйықтығында ешқандай ластанған қоспалар және ауа көпіршіктері болмауы қажет. Келтіруші түтіктер тығыз болуы қажет.

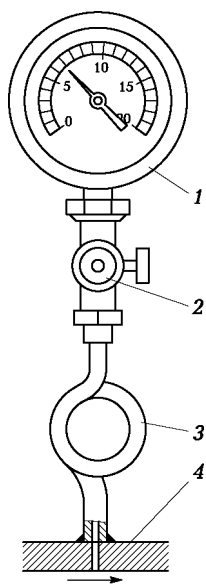
Серіппелі манометрлер, вакууметрлер мен мановакууметрлерді импульс түтігінің арнайы білігіне бұралып салынады. Білік мерзімді тексерістерде бақылау манометрін косу үшін үш кодты кранмен жабдықталған.

Сұйықтық немесе жоғары температуралы будың қысымын өлшеген кезінде манометр алдындағы түтікті шеңберге бүгіп тастайды (сифон түтігін жасайды), ол арқылы салқындату беті ұлғаядыда, будың конденсациялануы жақсы өтеді. Сифон түтігі (2.40 сурет) аспапты өлшеуіш механизмнің серіппесіне ыстық бу кіруден сақтайды.

Манометрдің импульс сызықтарын алдын ала бітеулік қасиетін су немесе ауа қысымымен тексеріп алу қажет. Манометрді қысымның таңдалу деңгейінен төмен немесе жоғары белгіленуінен орнататын болсақ, оның көрсетілімдерінде импульс түтігінде сұйықтықтың қосымша қысым бағанасының болуына байланысты қателіктері болады: егер де орнату жері төмен болса, онда көрсетілімдер тым жоғары болады, ал егер де жоғары болатын болса – онда төмендетілген болады. Өлшенетін қысымның мағынасы үлкен емес болса және қосымша сұйықтық қысымының бағанасына қатысты қателікпен өлшенетін болса, онда нәтижеге сәйкес түзетуді қояды.

Мембраналы тарту мен тегеурін күшін өлшегішті орнату кезінде өлшенетін шаманың қатты пульсациялануын және өлшенетін механизмнің қозғалыстағы бөліктің үздіксіз тербелістерін алдын алу үшін қысымды алу жерін иірілу мен ағын жылдамдығы ең кішкентай жерден таңдайды. Біріктіруші сызықты алу жеріне қарай көлбеулетіп салады, ондай күйде қойған кезде ол жерде сұйықтық, шаң немесе күл жиналмайды.

Тарылатын құрылғыларда қысым айырмасын өлшеу принципі бойынша жұмыс жасайтын шығын өлшегіштерінің көрсетілім сенімділігі мен нақтылығы осы құрылғылардың дайындалу дұрыстығы мен монтажына тікелей байланысты болады, сонымен қатар импульс сызықтары мен тиекті шұраларға байланысты болады.



2.40 сурет. Сифон түтікті манометрді орнату:

1 — манометр; 2 — үшкодты кран; 3 — сифон түтігі; 4 — құбыр желісінің қабырғасы

Диафрагмаларды орнатқан кезінде құбыр желісінің тік бөлігінің ұзындығына барлық нормаларды ұстану қажет. Шығын өлшегішінің дұрыс және қалыпты жұмысы үшін диафрагмаға дейінгі тік бөлік құбыр желісінің 10-15 диаметрін құруы қажет, ал дифрагмадан кейін – 5 диаметрден аспауы қажет.

Барлық түрдегі дифференциалды манометрлерді қатаң түрде қызмет көрсету үшін қолайлы жерлерге ғана қояды.

Газ индикаторларын монтаждау кезінде ерекше назар газ жинағыш құрылғысына аударылады, оның орнату жерінде отынның жану өнімдерінің концентрациясын бүлдіретін ешқандай ауа сормалары болмауы қажет.

Екінші реттік аспаптар (көпірлер, потенциометрлер, дифференциалды-трансформаторлық аспаптар және т.б) қалыпты температурадағы ауасы құрғақ және таза бөлмелерге қойылады. Мұндай аспаптардың жанында электр-магнитті кедергілер мен механикалық тербелістің қуатты көздері болмау қажет.

Аспаптың корпусын міндетті түрде диаметрі 2...3 мм болатын оқшауланған сыммен жерге тұйықтау қажет. Электрлік желіге аспаптар ажыратқыш және сақтандырғыш көмегімен қосылады.

Бақылау-өлшегіш аспаптарды орнату процесінде қауіпсіздік техникасының ережелерін ұстану қажет. Мысалға, жөндеу және монтаж жұмыстарына қауіпсіз шарттарды қамтамасыз ету қажет: электрлік кернеудің кездейсоқ пайда болуын алдын алу, қысым мен шығын аспаптарын орнату кезінде импульс сызықтары мен құбыр желілерінде барлық шұраларды жабу.

Көптеген өлшеуіш аспаптар тек электрлік энергияны ғана пайдаланады. Мұндай аспаптарда көптеген әр түрлі себептер негізінде ұшқынның пайда болуы немесе қатты қыздыру процесі пайда болуы мүмкін. Мұндай құбырларды қолдану жарылу және жану қаупі бар мөлмелерде қолдану жарылу немесе өрт қаупін тудырып, үлкен зақым әкеліп, адамдардың өліміне әкелуі мүмкін. Бұл жағдайда аспаптарлы жарылу қаупі жоқ күйде қолдану қажет.

2.8.2. Стационарлы аспаптарға қызмет көрсетілу

Аспаптар көрсетілімдерінің дұрыстығы және жөндеу арасындағы мерзімнің максималды созылуы жүйелі қарап жүру, ұсақ бұзылуларды жою және аспаптарға қызмет көрсету бойынша нұсқаулықтармен ұсынылатын барлық талаптарды орындаумен қамтамасыз етіледі.

Аспаптар үлгілік тазалықта ұсталуы қажет. Электр сымы орналасатын қалқанның ішкі бөліктері, аспаптар корпустарының артыңғы жақтары мен біріктіруші қысқыштардың жинақтамалары мерзімді түрде ығысқан ауамен үрленеді. Шаң шаңсоратын құрылғы көмегімен алынады. Жүйелік түрде аспаптардың бекіткіштерінің қарауынжасап, қысқыш сенімділігін тексеріп, қажеттілік кезінде сомын және бекіткіш бұрандаларды қосымша түрде бекітіп қояды.

Көрсетуші аспаптың тілдерін бақылаған кезінде олардың қозғалыс деңгейіне ерекше назар аудару қажет. Егер де қорғаныс шынысына сәл соққан кезде тіл бірден жаңа көрсетілімге ауысса, онда бұл өлшеу механизмінде белгілі бір қажалу бар екенін көрсетеді. Мұндай аспап жөндеу әрекетін қажет етеді.

Тәжірибелі машинист құрылғының қасиеттерін және өлшенетін шамалардың мүмкін болатын барлық қалыпты және апаттық ауытқуларын біліп, көптеген қасиеттер негізінде аспап жұмысының дұрыстығын бақылай алады. Басқару қалқанына орнатылған аспаптың тек бір кешені көрсетілімдерінің бір ауытқуы сол аспаптың, байланыс пен датчик сызығының тікелей өзінің жарамсыз күйімен туындатылады. Ақаулықтар байланыс сызығы сымдарының окшаулану деңгейінің төмендеуі, сұйықтықты аспаптарда импульс сызықтарының ластануы немесе тығыздықтың жойылуына байланысты, электрлік құралдардың қоректендіру тізбектерінде дұрыс емес контактісі сияқты себептер негізінде туындайды.

Қызмет көрсетуші персонал мерзімді түрде барлық аспаптардың күйін тексеріп, олардың туындауы мүмкін ақаулықтарын алдын алулары қажет. Ерекше назарды тіркеуші аспаптарға беру керек. Оларды бір кезекте бір реттен кем емес түрде қарап жүру қажет. Қарау процесі кезінде диаграмманың орын ауысу механизмін және диаграммалы таспада жазып алыну сапасы тексеріледі. Жазу құралы бірқалыпты, ешқандай алшақтықтары болмайтын кеңдігі 0,6 мм-ден аспайтын сызықты сызу қажет.

Басатын механизмі бар аспаптарда жазып алу сапасы уақыт өтісімен бояушы таспалар мен валиктардың кеуіп қалуына байланысты нашарлайды. Егер де жазба нашар шығып, көрінбейтін болса, онда таспаны немесе валикті ауыстырады.

Бақылау-өлшегіш аспаптарының әрбір түрінің ақаулықтары әр түрлі себеп негізінде пайда болып, өзіне ғана тиісті сипаттамалық ерекшеліктерден тұрады. Электрлік аспаптарда механикалық бөлшектермен қатар жиі түрде сызбаның электрлік элементтері де бұзылады: конденсаторлар, резисторлар, трансформаторлар және электр қозғалтқыштары.

Механизмдердің ақаулықтары аспаптардың қалыпты қолданысы кезінде ось тозуы, мойынтірек, шарнир, тісті беріліс, серіппенің қалдық

деформациясы, магниттердің әлсізденуі нәтижесінде туындауы мүмкін, себебі аспаптардың жиі шамадан тыс жұмысы кезінде, жүйелі тербелісі немесе қалыпсыз қолдану шарттары кезінде бұзылу туындауы мүмкін.

Аспаптардың ақаулықтары сыртқы қарау, электрлік бөлшектерді тексеру, тасымал аспаптар көмегімен, көрстелім бойынша тексеру арқылы анықталады.

Сыртқы қарау арқылы корпусардың, қорғаныс шыныларының, қысқыштар мен тығыздамалардың, құлыптар мен есептік құрылғылардың (межелік пен көрсеткіштер) көрінетін бұзылулары анықталады.

2.8.3. Бақылау-өлшегіш аспаптардың тексерілуі

Ресейде бақылау-өлшегіш аспаптарын тексерудің белігілі бір тәртібі бекітілген, ол тәртіп өлшеуіш құрылғылар мен аспаптарды қолданатын және жөндейтін, әзірлейтін барлық кәсіпорындар, мееме мен ұйымдарда қолдануға міндетті. Өлшеу жүйелерін қолдануға бақылау жүргізу және жүйенің тексерісін жүйелі түрде өткізу мемлекеттік метрологиялық бақылауын жүргізетін атқарушы биліктің федералды органдарына, сонымен қатар ведомстволық бақылаудың органдарына жүктелген. Өлшеуіш аспаптарды әзірлейтін, жөндейтін және тексеретін кәсіпорындар, мекемелер мен ұйымдар мемлекеттік тіркеуден өтулері қажет.

Қадағалау функцияларына есепке алу, шаралар мен өлшеуіш құрылғыларды аттестациялау мен паспортизациялау, оларды қолданудың дұрыстығын бақылау, шаралар мен аспаптардың мемлекеттік және мерзімді міндетті мерзімін бақылау сияқты әрекеттер жатады.

Ведомстволық қадағау органдарында кәсіпорындар өндірістік процестерді бақылау үшін қолданылатын барлық құрылғыларды тексереді.

Аспаптардың тексеру мерзімдері мен көлемін берілген аспаптың жауапкершілігіне тәуелді етіп қояды, берілген өлшемнің жауапкершілігіне және құрылғы жұмыс істейтін шарттарына сәйкес, сонымен қатар аспап құрылымының сенімділігіне тәуелді етіп орнатады. Ең жауапты аспаптарды бір кезек кезінде немесе тәулігіне бір рет тексеріледі. Барлық жұмыс аспаптарды нормативті құжаттамада көрсетілген мерзімдерден қалмай мерзімді түрде лабораторияларда тексеріп жүру керек. Аспаптарды тексеру әрекетінің мақсаты болып қателігі бар аспаптарды қолданыстан алу, мүмкін мән шегінен асқан аспаптарды алу болып табылады.

Өлшеу жабдыктарына метрологиялық бақылауды өткізу метрологиялық бақылау аясындағы нормативті актілердің талаптарына сәйкес жүзеге асырылады. Мерзімді метрологиялық тексеріске өлшеудің келесі жабдыктары тартылады: тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер, көрсетуші, өздігінен жазушы және дистанциялық - айда бір реттен кем емес, тарту мен тегеурін күшін өлшегіштер және көрсетуші, өздігінен жазатын, дистанциялық — 12 айда бір реттен кем емес.

Өлшеуіш аспап тексергеннен кейін қолдануға жарамды деп танылғасын белгі немесе таңба қойылуы тиіс. Таңбада таңба қою күні көрсітіледі.

Таңбасы немесе белгісі қойылмаған, тексеру уақытынан өткізіп алынған, бұзылулары бар, сөндіру кезінде тілі межеліктің нөлдік деңгейіне қайтпай, берілген аспап үшін мүмкін қателіктің жартысынан көп мәнге ие болса, онда өлшеу жабдыктарын қолдануға рұқсат етілмейді.

БАҚЫЛАУ СҰРАҚТАРЫ

1. Өлшем жасаған кезінде жіберілетін қателік түрлерін атаңыз.
2. Аспаптың нақтылық класын не сипаттайды?
3. Температураны өлшеуге арналған негізгі аспаптарды атаңыз.
4. Манометрлік термометрдің құрылымы мен әрекет ету принципі қандай?
5. Кедергі термометрінің әрекет ету принципін атаңыз.
6. Қазандық автоматикасында қолданылатын термоджұптердің негізгі типтерін атаңыз.
7. Оптикалық және радиациялық термометрлердің әрекет ету принципі қандай?
8. Қысымды өлшеу үшін қандай аспаптар қолданылады?
9. ТНЖ типтегі тарту мен тегеурін күшін өлшегіші қандай түрде болады?
10. Серіппелі манометрдің жұмыс істеу принципін түсіндіріңіз.
11. Электроконтактті манометр мен электрлік дистанциялық манометрлерінің құрылғылары қандай болады?
12. Мембраналы дифференциалды манометрдің ірекет ету принципі қандай болады?
13. Зат шығынын өлшеу үшін қандай аспаптарды қолдана бастады?
14. Есептегіш - ротациялық және турбиналы есептегіштің әрекет ету принципін атаңыз.

15. Қазандығындағы барабанның су деңгейін қалай өлшейді?
16. ГХП-3 химиялық газ талдаушысының химиялық құрамы қандай?
17. Оттегіге магнитті газанализаторының әсерінің әрекет ету принципі түсіндіріңіз.
18. Отын жанудың өнімдерінде көмірқышқыл газының құрамын анықтау үшін электрлік газоанализатор құрылғысы қандай болады?
19. Заманауи газ индикаторлары жұмысында қандай аспаптар қолданылады?
20. Машинист бақылау-өлшегіш аспаптарының жұмыс жарамдылығын қалай тексереді?
21. Өлшеуіш құрылғылардың тағайындалуы қандай?

ҚАЗАНДЫҚТАРДЫҢ АВТОМАТИКАСЫ

3.1. АВТОМАТИКА ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ФУНКЦИЯЛАРЫ

Қазандық құрылғыларының қанығу деңгейіне сәйкес автоматизация жабдықтарының көмегімен *бөлшектеп, кешенді және толық* автоматизацияны ажыратады.

Бөлшектеп автоматизация кезінде қазандық агрегаты автоматтандырылған реттеуіштер мен кейбір жекеленген түйіндердің қорғанысымен жабдықталады.

Көптеген автоматтандырылған қазандық сипатындағы *кешендік автоматизация* кезінде технологиялық процесті жүргізу автоматтандырылған реттеуіштер мен қорғаныс жүйелеріне жүктеледі, ал жұмыс режимін бақылау мен реттеуіштерінің жарамдылығын бақылау тұрақты қызмет етуші персонал атқарады.

Автоматтандырылған жүйелердің маңызды дамушы қадамы ретінде *толық автоматизация* саналады, бұл автоматизация кезінде қазандықтардың жұмысын басқару мен орталықтанған бақылау тұрақты персоналдың қатысуынсыз орындалады, яғни, қазандықтардың диспетчеризациясы жүзеге асырылады.

Заманауи автоматика жүйелері келесі функцияларды орындайды:

1. Автоматтандырылған реттеу:

- Бу қазандығындарының барабанындағы бу қысымы немесе су жылытушы қазандығындарда ыстық су температурасы;
- Ауаның жанудағы шығыны (отын-ауа қатынасы);
- Жанудағы ыдырау;
- Будың қатты қызып кеткендегі температура;
- Барабандағы су деңгейі (бу қазандығындары үшін).

2. Газ беруін сөндіру арқылы қазандықтарының автоматтандырылған қорғанысы (қауіпсіздік автоматикасы):

- Бу қазандығындарының бу қысымы жоғарылаған кезінде және су жылытушы қазандығындардағы ыстық температура кезінде;
- Жанарғы алдындағы газ қысымының жоғарылауы немесе төмендеуі;
- Жанарғы алдындағы ауа қысымының төмендеуі;
- Жағудағы ыдырауды төмендету;
- Шырақты өшіру;
- Бу қазандығының барабандағы су деңгейінің жоғарылауы немесе төмендеуі және су жылытушы қазандықтардың циркуляциялық сорғыштарын сөндіру;
- Электрлік энергияны сөндіру.

3. Газ сөнген кезінде қазандықтарының автоматтандырылған қорғанысы жүзеге асқан кезінде дыбыстық дабылдың жарықтық және дыбыстық жағылуы.

4. Тізімі жобалық ұйыммен анықталатын басқару мен бақылау қалқандарына шығарылатын параметрлерді дистанциялық бақылау:

- Жағудағы ыдырау;
- Желдеткіш аусының қысымы;
- Түгін трактісі бойынша жану өнімдерінің температурасы;
- Түгін сорғышы мен желдеткіш электрқозғалтқыштарының тоқтары және т.б.

5. Дистанционды басқару:

- Түгін сорғышы мен желдеткіш аппараттарының бағыттаушылары;
- Қоректендіргіш клапанмен;
- Газ құбырындағы реттеуші органмен.

6. Қазандықтарының жартылай автоматтандырылған және автоматтандырылған жіберілуі.

3.2.

ҚАЗАНДЫҚ АГРЕГАТЫНЫҢ НЕГІЗГІ ПАРАМЕТРЛЕРІН РЕТТЕУ СЫЗБАЛАРЫ

ДКВР, ДЕ, КЕ типтегі қазандығы үшін автоматтандырылған реттеу сызбалары отын жану процесінің және қазандықтарының сумен қоректенуін автоматтандырылған реттелуін алдын ала ескереді. Жану процесінің автоматтандырылған реттелуі отынның жануға берілуін қазандық жүктемесіне байланысты қамтамасыз етеді, бұл процесс кездегі отын-ауа оптималды қатынасты және жанудағы тұрақты ыдырауды сүйемелдеу жүргізіледі.

Қазандықтарының реттелу бөліктерінің динамикалық қасиеттерінің жалпылығы «Кристалл» (өндірістен алынған) және «Контур» сияқты автоматтандырылған реттеудің үлгілік сызбаларын қолдануға мүмкіндік береді.

Отынды жағуға беру әрекетін реттеу әрекеті бу жүктемедегі қазандықтарының бу өнімділігінің сәйкестігін қамтамасыз етеді. ДКВР, ДЕ, КЕ типтегі қазандығындарда жүктеме реттеушінің рөлін қазандық барабандағы бу қысымының реттеуші ойнайды, ол отын берілісіне әсер ете алады.

3.1 суретте «Контур» типтегі автоматтандырылған реттеу жүйелеріне қазандық агрегатының параметрлерін автоматтандырылған реттеудің жалпы сызбасы келтірілген.

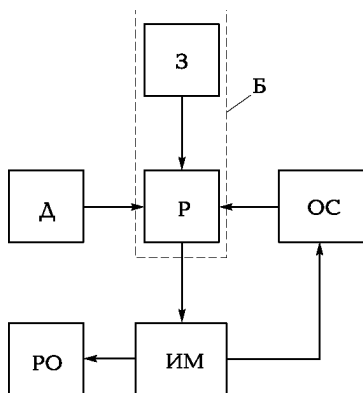
Жүйе реттеуші аспаптан тұрады, оған реттелетін шаманың сигналы түседі.

Датчик — бірінші реттік аспап, өл реттелетін параметрдің өзгерісін қабылдап, оны электрлік сигналға түрлендіреді.

Реттеуші аспап команданы электрлік сигнал түрінде қабылдап, датчиктің электрлік сигналымен салыстырып, бар сигналдардың айырмасын күшейтеді де, ол белгілі бір шамаға жеткенде атқарушы механизмнің (электрқозғалтқышы) қосылуына команда береді.

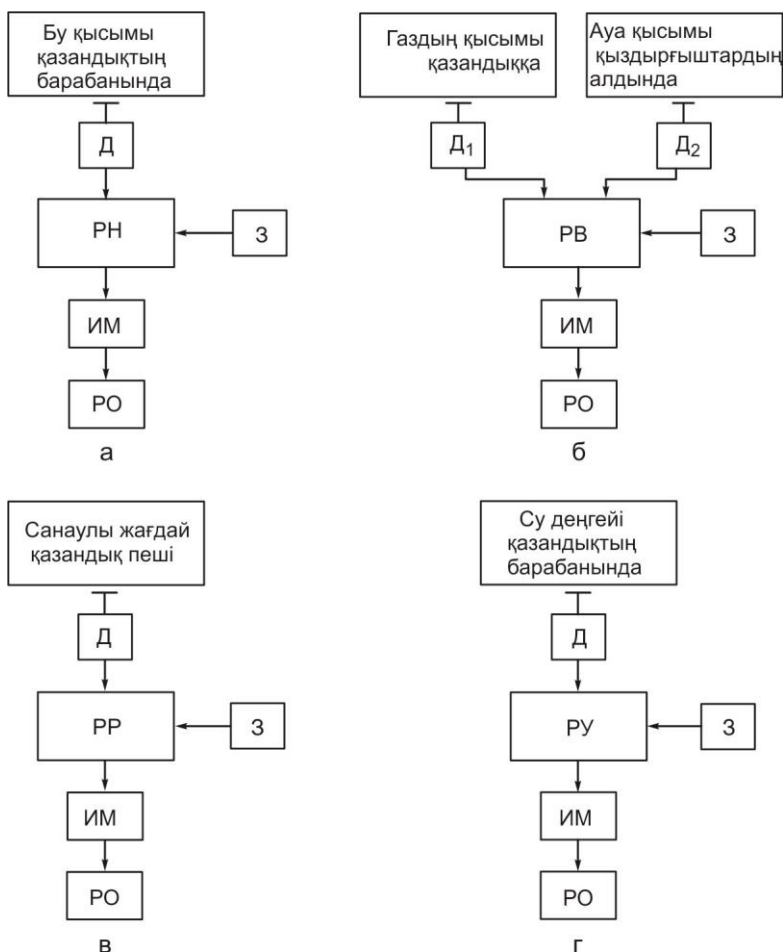
Атқарушы механизм реттеуші органға (жапқыш, сұқпажапқышы, түтін сорғышының немесе желдеткіштің бағыттаушы аппараты) әсер ете алады. Кері байланыс (қатты, икемді және т.б.) реттеудің сапасын жақсартады.

3.2 суретте қазандық агрегатаның жұмыс параметрлерін реттеудің сызбалары көрсетілген:



3.1 сурет. «Контур» автоматтандырылған реттеу сызбасы:

Б — тапсырғышы бар реттеу блогы; Д — датчик; З — тапсырғыш; ИМ — атқарушы механизм; ОС — кері байланыс; Р — реттеуші; РО — реттеуші орган



3.2 сурет. Қазандық агрегаты жұмысының параметрлерін реттеу сызбалары: а — жүктеме реттеуші; б — ауа реттеуші; в — ыдырау реттеуші; г — корек реттеуші; Д, Д₁, Д₂ — датчиктер; З — тапсырғыш; ИМ — аткарушы механизм; РО — реттеуіш орган; РН — жүктеме реттеуші; РВ — ауа реттеуші; РР — ыдырау реттеуші; РУ — деңгей реттеуші

- Барабандағы бу қысымы (3.2, а сурет);
- Газ-ауа берілген қатынас бойынша ауа шығыны; (3.2, б сурет);
- Жағудағы ыдырау (рис. 3.2, в);
- Барабандағы су деңгейі (3.2, г сурет).

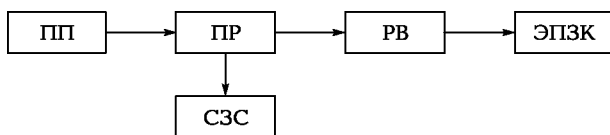
Қазандық агрегатының қауіпсіздік автоматикасының сызбасы 3.3 суретте көрсетілген.

Қазандық агрегаты жұмысының әрбір параметрі бұл сызбада аспап пен құрылғылардың жекеленген кешенімен бақыланады. Бірінші реттік аспап электроконтакттілі болады, ол бақыланатын ортамен байланысты қамтамасыз етеді және апат алдындағы күйге жеткенде электрлік тізбектің контактілерін ажыратады (тұйықтайды) және оларды аралық релеге қосады. Аралық реле жарық дыбыстық сигнализацияны (сигнал шамдары, табло, дыбыс, сирена) қосады. Уақыт релесі егер де ол берілген сызбаға қосылса, онда уақытша кідірісті қамтамасыз етеді, ол кідіріс кезінде дистанционды басқаруға өтіп, бақыланатын параметрлерді реттеу шегіне қайтадан қайтаруға болады.

Егер де бақыланатын параметр апат алдындағы күйден шығарылмаса, онда уақыт релесі электрлік сақтандырғыш-тоқтағыш қақпақшаның (ЭСТҚ) электрлік тізбесін ажыратып, газдың қазандыққа жіберілуін тоқтатады.

ДКВР, ДЕ және басқа типтегі қазандығындарда айырғыш-қақпақшасы ретінде ПҚН (ПҚВ) қақпақшасы қолданылады, ол электр магнитпен жабдықталған және көбіне қақпақшаның оң жағындағы кронштейнге салынады. Клеммдерде кернеу болған кезде электр магниті соғатын балғашаны қозулы күйде ұстап тұрады. Егер де электр тоғының электр магнитке берілісі тоқталып қалса, соғатын балғаша түседі, қақпақша жабылады, нәтижесінде газ жіберілу процесі толығымен аяқталады.

Қауіпсіздік автоматикасының кейбір сызбаларында уақыт релесі болмайды. Бұл жағдайда аралық реле жарық пен дыбыстық сигнализацияны қосуден қатар ЭСТҚ қорек тізбегін ажыратады.

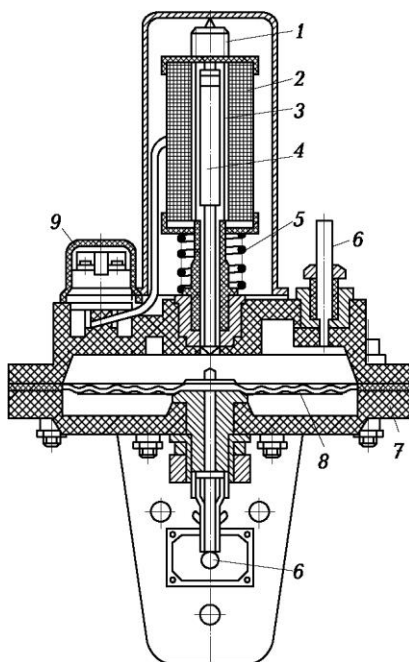


3.3 сурет. Қазан агрегатының қауіпсіздік автоматикасының сызбасы:

ПП — бірінші реттік аспап; ПР — аралық реле; РВ — уақыт релесі; ЭПЗК — электрлік сақтандырғыш-тоқтағыш қақпақшасы; СЗС — жарық-дыбыстық сигнализация

Қазандық барабанындағы бу қысымын реттеу датчигі ретінде МЭД типтегі электрлік дистанционды манометр алынады, оның құрылымы және әрекет ету принципі 2.3.5 бөлімшесінде келтірілген.

Жағудағы ыдырау реттеуішінде және ауа шығынын реттеуіште датчик ретінде ДТ-2 дифференциалды тарту күшін өлшегіші алынды. ДТ-2 өлшегішінің (3.4 сурет) сезімтал элементі ретінде екі пластмасса дискілері 7 арасында және қымталған камераға бекітілген бос мембрана 8 алынады. Қысымды жіберу үшін екі штуцер 6 қолданылады, оның біреуі мембрананың ішкі қуысымен байланысады, ал екіншісі – камераның мембраналы кеңістігімен байланысады,



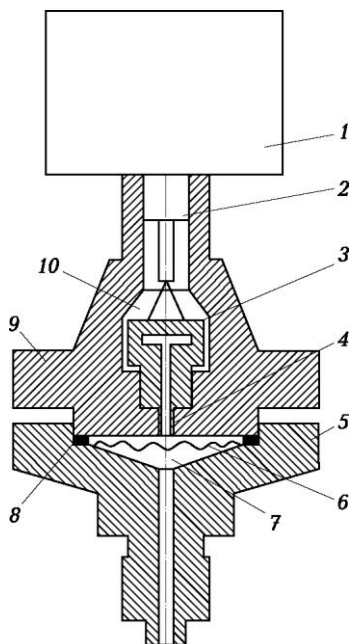
3.4 сурет. ДТ-2 дифференциалды тарту күші өлшегішінің құрылымы:
1 — реттеу сомыны; 2 — дифференциалды-трансформаторлық түрлендіргіш катушкасы; 3 — ажыратушы түтік; 4 — плунжер; 5 — серіппе; 6 — штуцерлер; 7 — пластмасса дискі; 8 — бос мембрана; 9 — клемма қорапшасы

(үлкен қысым (плюс) астыңғы штуцерге жақындатылады, аз шамасы (минус) – жоғарғы штуцер арқылы).

Артық қысымды атмосферамен өлшеген кезінде аспаптың жоғарғы штуцеры байланысады, ыдырауды өлшегенде – төменгісі байланысады. Мембранада қысым секірулерінен туындаған күш мембраналы блоктың центрінің орнын ауыстырып, сәйкесінше, дифференциалды-трансформаторлық түрлендіргіштің катушкасының ішінде 2 орналасқан плунжер 4 орнын ауыстырады. Катушканы серіппе 5 және реттеу сомын 1 арқылы ажыратушы түтік бойымен 3 магнитті емес материалдан тасымалдаймыз.

Барабандағы су деңгейінің реттеу датчигі ретінде дифференциалды манометр алынады, ол екі камералы теңестіруші түтікпен байланысады (2.27 сурет).

Қазіргі кезде технологиялық процестерді автоматтандырылған бақылау, реттеу және басқару жүйелерінде «Сапфир» түрлендіргіші кең қолданылады, олар өлшенетін параметрдің – қысым, ыдырау, қысым айырмасы шамаларының тұрақты тоқтың унифицирленген тоқтық шығыс сигналға (0...5 немесе 4... 20 мА) үздіксіз түрлендіруін қамтамасыз етеді.



3.5 сурет. «Сапфир» түрлендіргіш сызбасы:

1 — өлшеуіш блок; 2 — бітеулі нәтиже; 3 — тензотүрлендіргіш; 4 — тензотүрлендіргіштің ішкі қуысы; 5 — фланец; 6 — мембрана; 7 — фланец камерасы; 8 — төсем; 9 — негізі; 10 — қуыс

«Сапфир» түрлендіргіші (3.5 сурет) өлшеуіш блок пен электронды құрылғыдан тұрады. Әр түрлі параметрдегі түрлендіргіштер унифицирленген және бір-бірінен тек өлшеуіш блоктың құрылымымен ғана ерекшелінеді.

Өлшенетін параметр өлшеуіш блоктың 1 камерасына жіберіліп, сызықтық түрде сезімтал элементтің деформациясына және тензотүрлендіргіштің тензорезисторларының электрлік кедергілерінің өзгерісіне ауысады. Түрлендіргіштің электронды құрылғысы кедергі өзгерісінің негізінде тоқтық шығыс сигналын түзейді.

Тензотүрлендіргіштің сезімтал элементі ретінде 3 кремнийлік қабықшалы тензорезисторлары бар монокристалды сапфирден жасалған тақаша алынады, ол тензотүрлендіргіштің металл мембранасымен берік түрде бекітіледі.

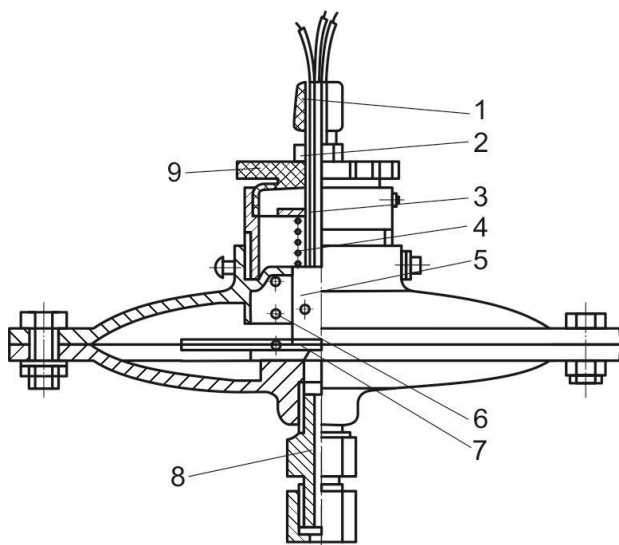
Мембраналы тензотүрлендіргіш 3 негіздеменің 9 ішінде орналасқан. Тензотүрлендіргіштің ішкі қуысы 4 кремний органикалық сұйықтықпен толытырылған және өлшенетін ортадан негіздемеге 9 сыртқы контур бойынша дәнекерленген металл гофрирленген мембранамен 6 бөлінген. Қуыс 10 қоршаған ортамен әсерлеседі. Өлшенетін қысым төсеммен 8 тығыздалған фланецтің 5 камерасына 7 жіберіледі.

Өлшенетін қысым мембранаға 6 әсер етеді және сұйықтық арқылы тензотүрлендіргіштің мембранасына беріледі де, оның бүгілуін тудырып, тензорезисторлардың кедергі өзгерісіне әкеледі. Тензотүрлендіргіштен түсетін электрлік сигнал өлшеуіш блоктан 1 бітеулі нәтиже бойымен 2 қозғалады.

3.5. ҚАУІПСІЗДІК АВТОМАТИКАСЫНЫҢ БАСТАПҚЫ АСПАПТАРЫ (ДАТЧИКТЕР)

Қауіпсіздік автоматикасының датчиктері болып ЭКМ – электрконтактілі манометр, бу қысымының датчигі (2.3.4 бөлімше, 2.23 сурет); су жылытушы қазандық немесе экономайзердан шығыстағы судың температурасын бақылайтын ЭКТ — электроконтактілі термометр; ДНу — тегеурін датчигі; ДНТ — тегеурін және тарту күштерінің датчигі; СПУ — шекті деңгей сигнализаторы. Бұл датчиктер газ қысымын, ауа қысымы мен қазандық жағуындағы ыдырау шамасының түсуін қадағалайды.

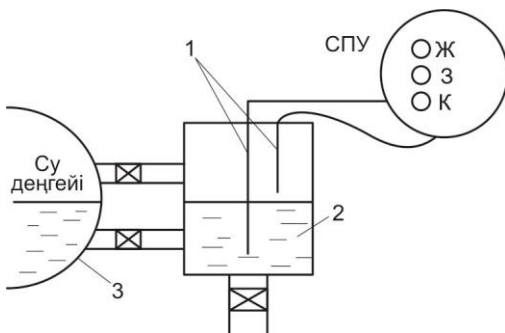
ДН-2,5 тарту күшінің (тарту күші — ДТ) реле-датчигі (рис. 3.6) өлшенетін ортаның қысым импульсы өтетін штуцерден 8, сезімтал элементтен - мембранадан 7, реттелетін серіппеден 6, реле



3.6 сурет. ДН-2,5 тарту күшінің (тарту күші — ДТ) реле-датчигі:
1 — Қаптаманы орау; 2 — жаңғақ; 3 — шайба; 4 — серіппені қайтарады; 5 — микропереключатель; 6 — көктемді баптау; 7 — мембрана; 8 — штуцер; 9 - маховик механизмнің параметрлері

баптауының механизмінен (баптау механизмінің сермері 9 көрсетілген) тұрады. Қадағаланатын орта мембранаға әсер етеді, ол ауысу арқылы микроайта қосқыштың батырмасын басып 5, қорғаныс сызбасының электр тізбегін ажыратады немесе тұйықтайды.

Шекті деңгей сигнализаторы (3.7 сурет) қазандығындағы барабанның су деңгейінің күйін қадағалайды. Деңгей бойынша теңестірілген бағана 2



3.7 сурет. Шекті деңгей сигнализаторының сызбасы
1 — электродтар; 2 — теңестірілген бағана; 3 — қазан барабаны; СПУ — үш шамы болатын сигнализатор таблосы (сары Ж, жасыл З, қызыл К)

Қазандық барабанымен бірігіп 3, біріктіруші түтіктер принципі бойынша екі электрод 1 (жоғарғы және төменгі шекті деңгейлерге) қосылады. Электродтарға кернеу беріледі. Электрод арасында су деңгейі кезінде СПУ таблосында 3 шамы жанып тұрады. Төменгі су деңгейі төменгі электрод шамасынан төмендеген кезінде электр тізбегінің ажырауы орындалады да, К шамы жағылады, су деңгейі жоғарғы электрод шамасынан жоғары болған кезінде Ж шамы жағылады.

Жалынның өшу бақылауы бақылау электродының көмегімен (ионизациялық датчик) немесе тұтатқыш-қорғаныс құрылғысының құрамына жататын фотодатчик көмегімен жүзеге асырылады.

3.6. ТҮТАТҚЫШ-ҚОРҒАНЫС ҚҰРЫЛҒЫСЫ

Тұтатқыш-қорғаныс құрылғысы (ТҚҚ) сұйық немесе газ тектес отынмен жұмыс істейтін жанарғыны жағу автоматтандырылған немесе дистанционды түрде жасауға арналған.

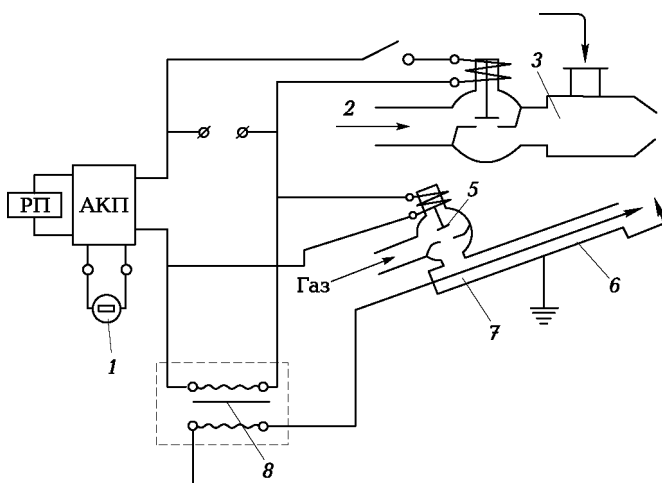
ТҚҚ сызбасына жататын басқарушы аспап – жалынды бақылау автоматы (ЖБА) датчик көмегімен жағудағы шырақтарға бақылау жасап тұрады.

ТҚҚ сызбасы 3.8 суретте көрстелген.

ЖБА-дан түсетін басқарушы импульс сол уақытта кернеу шамасын жоғары вольтты трансформаторға 8 жіберіп, электромагнитті шұраны ашып жібереді. Түзілген жоғары шамадағы кернеу тұтандырғыштың орталық электродына келіп түседі. Тұтандырғыш корпусы мен орталық элетроды арасында газдв тұтата алатын ұшқын пайда болады. Пайда болған факелдан импульс фотодатчиктен 1 (немесе ионизацияланған — бақылау элетроды) ЖБА басқарушы аспапқа түседі де, онда ол сигнал тың күшейіп, және ол белігілі бір шамаға жеткенде басқарушы аспаптың РП аралық релесі қосылып кетеді.

Берілген сигнал жағу кезінде келесі операцияны орындауға келісім ретінде қолданылады, яғни негізгі жанарғыны 3 жағу.

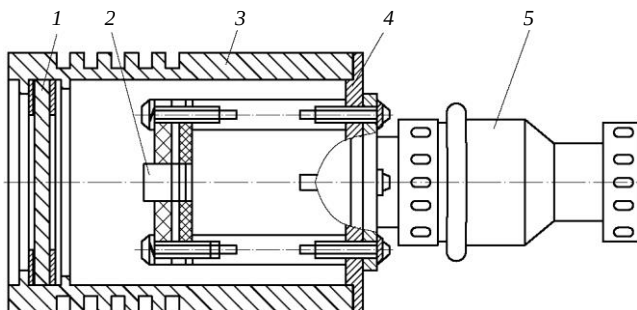
Қазандық агрегаты жұмыс істеген кезенде фотодатчик (немесе ионизацияланған датчик) негізгі жанарғының факелына бақылауды жүргізеді, егер ол сөнетін болса, онда «2»топқа отынды беруді тоқтату командасы беріледі. Бұл кезде жанарғыға ауа 4 берілісі сөндірілмейді.



3.8 сурет. Тұтатқыш-қорғаныс құрылғысының принципіалды сызбасы:

1 — фотодатчик; 2 — негізгі жанарғыға отынды беру;; 3 — негізгі жанарғы; 4 — ауаның негізгі жанарғыға жіберілуі;; 5 — электромагниттік шұра; 6 — тұтандырғыштың газ сызығы; 7 — орталық электрод (жоғары вольтты) ; 8 — жоғары вольтты трансформатор; РП — аралық реле; АКП —Жанарғы жалынының бақылау автоматы.

3.9 суретте фотодатчик құрылымы көрсетілген, оның негізгі элементтері – корпус 3 және 2 фоторезистор болып табылады. Фоторезистор кварц шынысымен 1 қорғалған. Фотодатчиктен енгізіліп алдыңғы отыннан сымдар штепсель разъемі арқылы байланысады 5.



3.9 сурет. Фотодатчик құрылымы:

1 — шыны; 2 — фоторезистор; 3 — корпус; 4 — қақпак; 5 — штепсель ажыратқышы

3.7.1. АМК-У жүйесінің функциялары

Микроқазандықтардың унифицирленген автоматика жүйесі АМК-У сегіз модификацияда шығарылып, өнімділігі 1,6 т/сағ шамасындағы үлкен емес бу қазандығындарына (мысалға, МЗК-7АГ, Е-1-9 және т.б.) др.),сонымен қатар газтекес пен сұйық отында жұмыс жасайтын кішкентай су қыздыратын қазандығындарда қолдануға арналған.

АМК-У жүйесі бу қазандығындарының барабандағы су деңгейі мен бу қысымын немесе су жылытытан қазандығындарда су деңгейін автоматтандырылған реттеуде екіпозициялы орынды қамтамасыз етеді.

Автоматтандырылған қорғау отын берілісін қазандыққа келесі жағдайларда жіберу әрекетін сөндіруді жүзеге асыра алады:

- Бу қысымының мүмкін шамасынанан асып кетсе;
- Барабандағы су деңгейінің ткімен болуы;
- Жанарғы алдында ауа қысымының түсуі;
- Жағуда ыдыраудың төмендеуі;
- Жанарғының жанында газ қысымының жоғарылауы немесе төмендеуі;
- Электрлік энергияны беруді тоқтату.

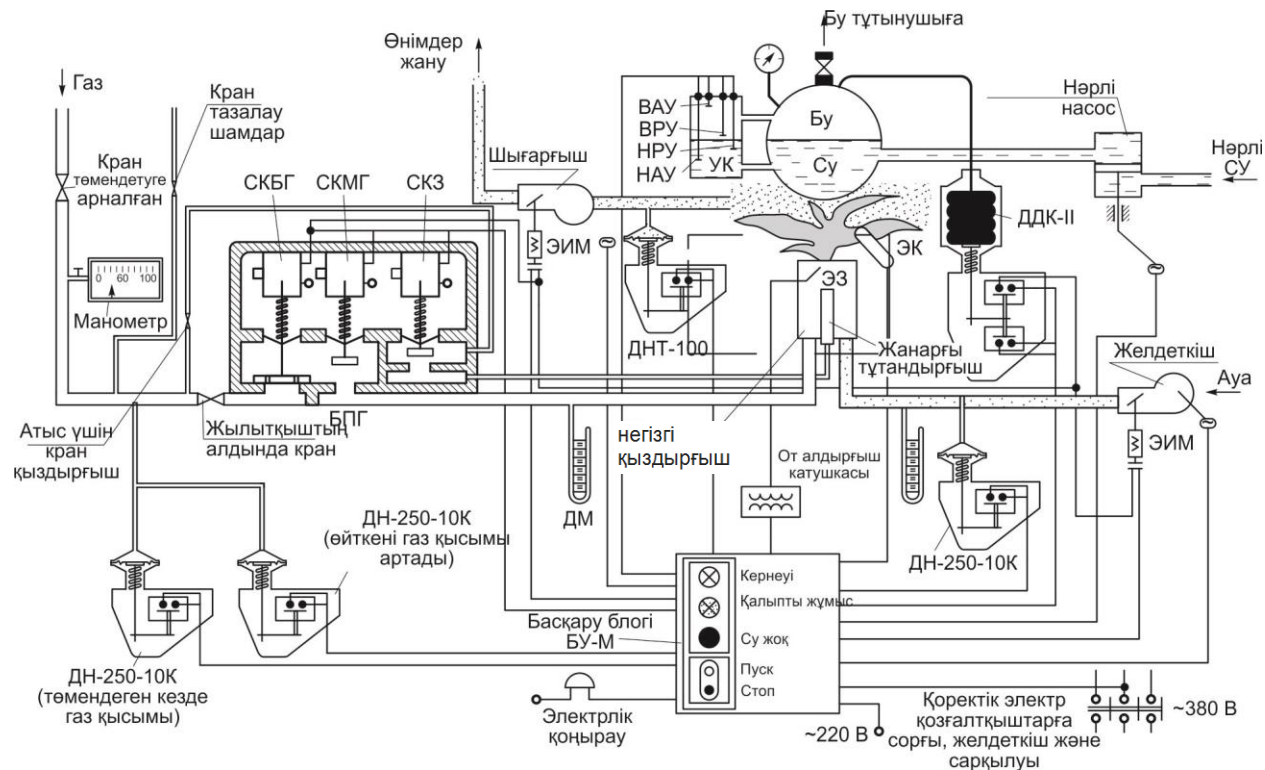
АМК-У жүйесі жартылай автоматты жіберуді қамтамасыз етіп, оның сөндірілін және апаттық мәндермен шекті параметрлеріне жеткенде дыбыстық белгілеуді, сонымен қатар қазандықтарының қалыпты жұмыс кезінде және барабаннан су ағып кету жағдайында жарық сигнализациясын қосады.

АМК-У автоматтандырылған қорғау жүйесі апаттық параметрлердің кез келгені бойынша (өртті сөндіруден басқа) қосылудан кейін және нормаға дейін қайта түзілуіне дейін қазандықтарының өздігінен қосылуына жол берілмейді, яғни тұрақты операторды қажет етеді.

3.7.2. АМК-У жүйесінің негізгі элементтері

АМК-У жүйесінің негізгі элементтер болып (3.10 сурет) келесі бөліктер алынады:

- Газдық коректендіру блогы (ГКБ);



3.10 сурет. АМК-У қауіпсіздік пен реттеудің автоматтандырылған сызбасы:

БПГ — Газдық коректендіру блогы; БУ-М — басқару блогы модернизацияланған; ВАУ, НАУ — жоғарғы және төменгі апаттық деңгейлер; ВРУ, НРУ — жоғарғы және төменгі реттелетін деңгейлер; УК — деңгейлік бағана; СКБГ — жануы үлкен соленоид қақпақшасы; СКМГ — жануы кішкентай соленоид қақпақшасы; СКЗ — соленоидты тұтандырғыш қақпақшасы; ЭЗ — тұтандырғыш электрод; ЭИМ — электрлік атқарушы орган; ЭК — бақылау электроды

- Басқару блогы жетілдірілген БУ-М, онда барлық элементтер жинақталған, оның ішінде жіберу мен тоқтату, реттеу, қорғаныс пен сигнализацияны басқару;
- Тұтату құрылғысы және жалынды бақылау;
- Қысым, тарту күшін, тегеурін, барабандағы су деңгейі және т.б.

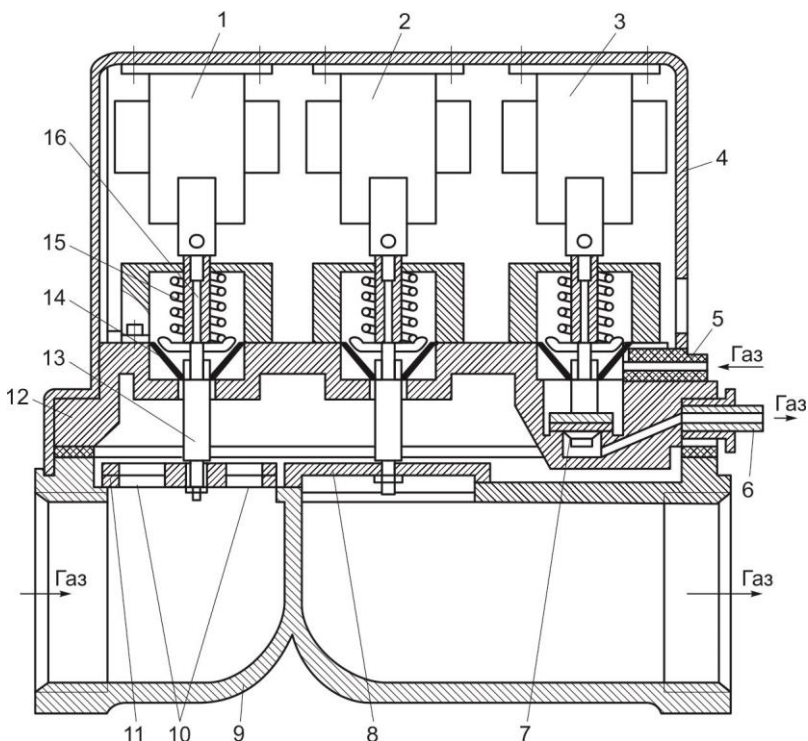
Газдық басқару блогы (3.11 сурет) газдың беріліс және сөндірілуін жүргізімен қатар оның шығындалуын сатылы түрде реттеу мүмкіндігін береді, сонымен қатар газ тұтандырғышын қосу мен сөндіру әрекеттері жүзеге асырылады.

Қоректендіру блогының корпусында 9 ерлер салынған екі саңылау болады, олар жанудың үлкен 11 және кіші 8 қақпақшалары арқылы 12 қақпақшаның негізгі қуысында орын ауыстырып жүреді. Қақпақтың оң бөлігінде қосымша қуыс болады, онда тұтандырғыштың 7 қақпақшасы қойылған. Қақпақша жетегі арнайы электр магниттері көмегімен жүзеге асырылады (1 — 3). Қақпақшалар 13 және 16 штот арқылы электр магниттердің біліктерімен және серіппе көмегімен 15 ерлерге жақындатылады.

Газдың қақпақтың негізгі және қосымша қуысынан электр магниттер салынған қорапшаға 4 өтуін алдын алу үшін, мембраналар 14 қолданылады.

Бастапқы күйде электр магниттері тоқтан ажырағанда 7, 8, 11 қақпақшалар жабық болады да, оның нәтижесінде газ негізгі жанарғыға және тұтандырғышқа жіберілмейді. Кіріс қысымы кезінде газ саңылау арқылы 10 корпустағы жанудың үлкен қақпақшадан 11 қақпақтың негізгі қуысына ауыстырылады 12 және қосымша түрде кіші жанк қақпақшасын и дополнительно поджимает клапан 8 ерге қысып, оның бітеулік қасиетін қамтамасыз етеді.

Штуцер арқылы 5 газ тұтандырғыштың қақпақшасына жібереді. Тоқты электр магнитке 3 жіберу кезінде оған білік тартылып, нәтижесінде қақпақша арқылы 7 көтеріліп, газ тұтандырғыш құрылғысына 6 штуцер арқылы барады. Газды негізгі жанарғыға қарай жіберу



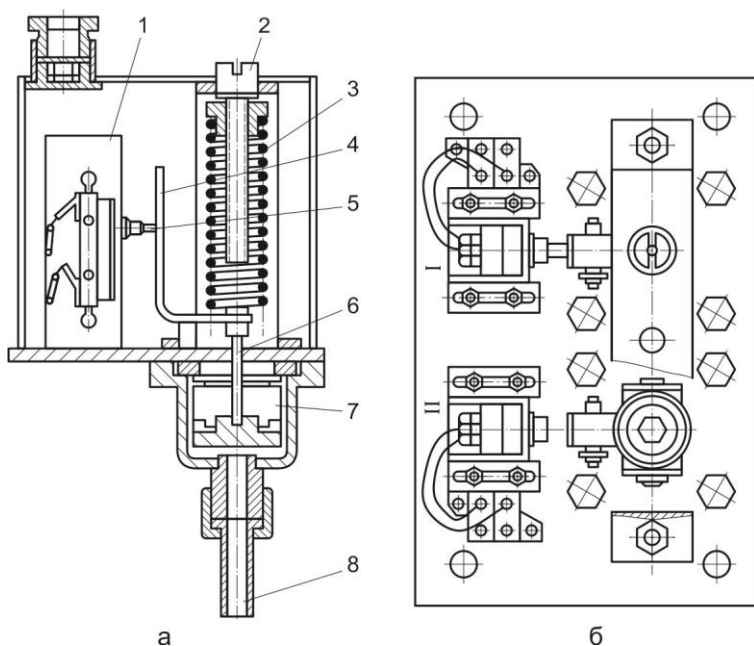
3.11 сурет . Газдық басқару блогы:

1—3 — электромагниттер; 4 — қорапша; 5, 6 — штуцерлер; 7 — тұтанғыш қақпағы; 8 — кішкентай жанудағы қақпақша; 9 — блок корпусы; 10 — үлкен жанудағы қақпақша саңылауы; 11 — үлкен жану қақпақшасы; 12 — қақпақша; 13, 16 — соташықтар; 14 — мембрана; 15 — серіппе

кезінде кіші режимде жұмысты қамтамасыз ету үшін электромагнитке 2 және қақпақшасын көтеру арқылы 8 тоқты жіберу кезінде жүзеге асырылады. Бұл жағдайда газ шығыныжанудың үлкен қақпақшаларындағы 11 саңылау диаметрлерімен 10 анықталады. Негізгі жанарғыны жағудың номиналды режиміне ауыстыру кезінде ток электромагнитке 1 беріліп, жанудың үлкен қақпақшасы ашылады.

Басқару блогы жетілдірілген қақпағы мен каркастан тұратын металл корпусынан тұрады. Блок корпусының сол жағында үш сигнал шамдары орналқан (ақ – «Кернеу», жасыл – «Қалыпты жұмыс», қызыл – «Су жоқ») және «Пуск» пен «Стоп» батырмалары. Басқару блогы БПГ сызбасымен, сонымен қатар датчиктер мен құрылғылармен байланысқан. Басқару блогында тұтану трансформаторы, магнит қосқышы, жылулық уақыт релесі және т.б. орналасқан.

ДДК-II қосарланған контактілі қысым датчигі (3.12 сурет) бу қысымының апаттық мәніне жеткен кездегі – бу қысымының қорғаныс тізбегінің жоғарғы шегіне жеткендегі автоматика тізбектерінің электрлік контактілерін ажырату үшін арналған. Қысым датчигінің сезімтал элементтері ретінде камераға салынған екі сальфон 7 қолданылады. Камераладарда екі шығыс штуцерлер 8 болады, олар қазандықтарының булы кеңістігіне байланыстыру үшін қолданылады. Әрбір сальфон шток көмегімен 6 иінтіректі жүйемен 5 байланысады. Датчик камерасына белгіленген қысымды түсірген кезінде штоқтың орын ауыстыруы иінтіректі жүйе арқылы өтіп, тірекке 1 бекітілген микроажыратқыш батырмасына 4 жіберіледі. Серіппелерді 3 қысып тұратын реттеу бұрандалары көмегімен 2 қысым датчигі микроажыратқыштың жұмыс істеуі бірінші камерадағы бу қысымының жоғарғы шегінде, ал екінші камерада – апаттық қысым кезінде орындалатындай етіп бапталады.



3.12 сурет. ДДК-II қосарланған контактілі қысым датчигі :

a — құрылғы; *б* — қаптамасы жоқ кезінде жоғарғы көрінісі; 1 — тірек; 2 — реттеу бұрандасы; 3 — серіппе; 4 — микроажыратқыш; 5 — иінтіректі жүйе; 6 — шток; 7 — сальфон; 8 — шығыс штуцері; I, II — датчиктер

3.7.3. АМК-У жүйесінің автоматтандырылған реттеу жүйесі

Қазандық барабандағы бу қысымын реттеу екі позициялық реттеуіш көмегімен жүзеге асырылады. Будың қысым импульсы ДДК-II қысым датчигінен түседі. Қазандық қалыпты жұмыс істеген кезінде, яғни бу қысымы белгіленген шекте болған кезде соленоидтар блоктарының соленоидті кіші жану қақпақшалар тізбектері бойымен тоқ ағып, газ берілімі К-70 жанудың «үлкен» және К-40 «кіші» қақпақшалары көмегімен жүзеге асырылады.

Қысым мәні белгіленген шектен шыққан кезінде қысым буының датчигі реттеу режимінде жұмыс істеп, соленоидтер блогының жанудың «үлкен» соленоидті қақпақшасы мен К-70 жанудың «үлкен» қақпақшасындағы қорек көзі толығымен сөндіріледі. Бұл жағдай кезінде қазандық жұмысы тұтандырғыштың ашық қақпақшалары кезінде жалғаса береді және номиналды қалыптағы отын шығынысын 40 % -ға дейін жеткізеді.

Барабандағы реттелетін бу қысымының минималды мәніне жеткенде ДДК-II қысым датчигі соленоидты қақпақшалы блоктың қорек тізбектерін тұйықтап, жанудың «үлкен» қақпақшасы ашылады. Отын шығыны бұл кезде номиналды мәнге жетеді, ол 100%-ға тең болады.

3.8.

«КОНТУР» АВТОМАТТАНДЫРЫЛҒАН РЕТТЕЛУ ЖҮЙЕСІ

3.8.1. «Контур» жүйесінің автоматтандырылған реттелуі

«Контур» автоматтандырылған реттелу жүйесі ДКВР, ДЕ және ТВГМ типтегі су жылытатын қазандығындары бар кішкентай және орта қуаттылықтағы қазандықтарды автоматтандыру үшін арналған.

Жүйе датчиктер, күшейткіштер, түрлендіргіштер және атқарушы механизмдер кешенінен тұрады: атқарушы механизмдегі тұрақты жылдамдықпен астатикалық), қатаң кері байланыспен (статистикалық немесе пропорционалды), серпінді кері байланыспен (изодромдық) және т.б.

Бу қазандығындарының автоматтандырылған реттелуі қазандық барабанындағы бу қысымын қолдауды, ауны жануға бөлуді реттеуді, жағудағы ыдырауды және барабандағы су деңгейін қамтамасыз етеді.

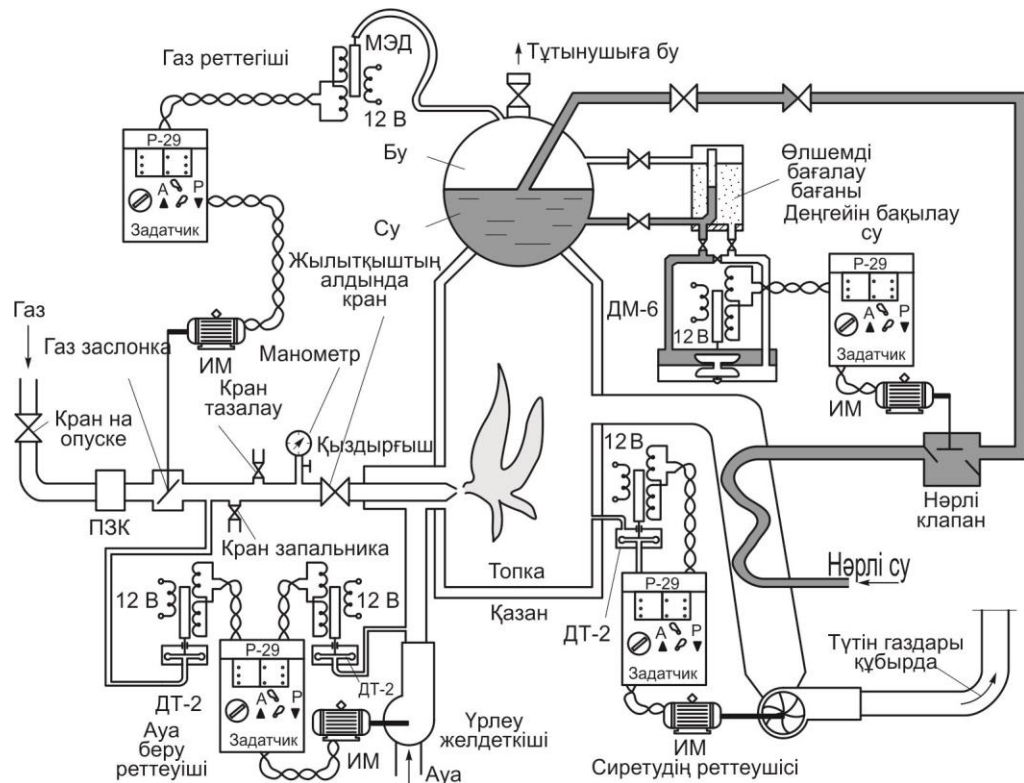
Автоматтандырылған реттелу жүйесінің сызбасы 3.13 суретте көрсетілген.

Қазандық барабандағы бу қысымын реттеу жүйесінде датчик болып МЭД типтегі манометр алынады, ол бу қысымын электрлік сигналға түрлендіреді де, ол газ реттеушісіне түсіп, бу қысымының нормалды мәніне сәйкес келетін тапсырғыштың электрлік сигналымен салыстырылады. Бұл электрлік сигналдардың үйлеспей қалуы кезінде реттеуіште оның күшею процесі жүзеге асып, жұмысқа газ сызығында орнатылған және реттеуіш жапқыштың бағытын өзгертетін электрлік атқарушы механизм қосылады. Қазандыққа саналатын газ шығыны бұл процесс кезінде өзгереді және бу қысымы түзіледі. Ауаны беруді реттеу жүйесінде газ-ауа белгіленген қатынасы әр түрлі шамада орындалады (отын мен ауа шығындарын салыстыру және өлшеу негізінде).

3.13 суретте көрсетілген сызбадағы жүйеде газ-ауа белгіленген қатынас газ бен ауа қысымдарының өлшенуі мен салыстырылуы негізінде реттеледі. Газ бен ауа қысымдарының датчиктері ретінде ДТ-2 қолданылады. ДТ-2 датчиктерінен түсетін электрлік сигналдар ауаның шығын реттеуішіне түседі де, тапсырғыштың электрлік сигналының шамасымен салыстырылады. Сигналдар әр түрлі болған жағдайда ауалы сызықта реттеуші органның күйін өзгертетін электрлік АМ қосылады (желдеткіштің бағыттаушы осіндегі, жапқыштың және т.б.).

Қазандық жағудағы ыдырауды реттеу сызбасында датчик ретінде де ДТ-2 алынады. Бұл датчиктен түсетін электрлік сигнал тапсырғыштың электрлік сигналымен салыстырылады. Атқарушы механизм қосылған кезде реттеуші органның орын ауысу процесі жүзеге асырылады (шибер, түтін сорғышының бағыттаушы аппараты).

Барабандағы су деңгейін реттеу сызбасында деңгейді өлшеу датчигінен – ДМ-6 дифференциалды манометрден гидростатикалық деңгей өлшегішінен электрлік сигнал су деңгейінің реттеуішіне түседі. Бұл жағдайда да электрлік сигналдар әр түрлі болған жағдайда атқарушы механизм қосылып, қорек судың берілімін реттейтін қоректендіруші қақпақшаның күйі өзгертіледі.



3.13 сурет. «Контур» автоматтандырылған реттеу жүйесінің сызбасы: МЭД — электрлік дистанционды манометр; Р-29 — реттеуіш; ИМ — атқарушы механизм; ДМ-6 — дифференциалды манометр; ЭПЗК — электромагниттік сақтандырғыш тұрақтандырғыш қақпақшасы; ДТ-2 — дифференциалды тарту күшін өлшегіш

Жүйенің автоматтандырылған реттелуін әрбәр кезек сайын тексеріп отыру қажет. Реттеуіштердің жұмысын тексеру үшін қажет:

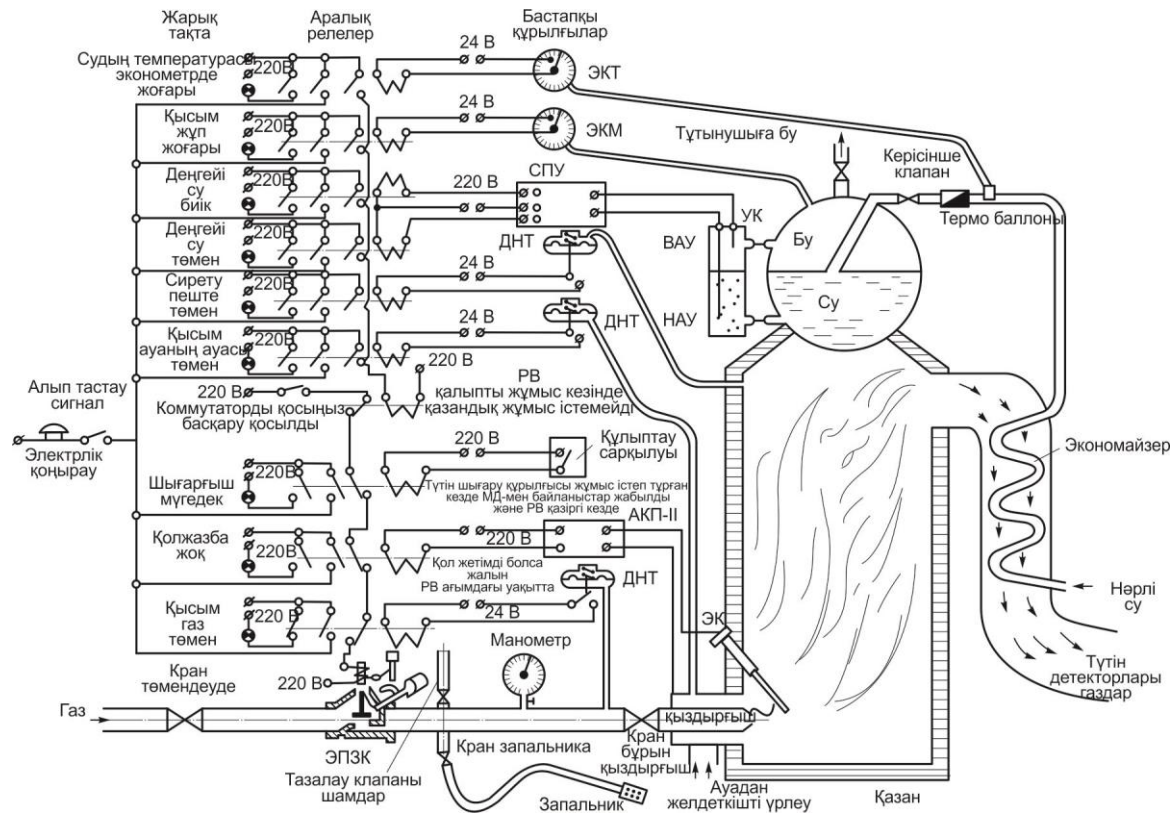
- Аспап бойынша қазандық қалқанына реттелетін параметрдің мағынасын орнату;
- Реттеуіш жұмысының режимін А күйден (автоматтандырылған басқару) Р күйіне (қолдық басқару) ауыстыру;
- Тумблермен үлкен немесе кіші жаққа реттелетін параметрдің мағынасын өзгерту (10 %-дан асырмай);
- Реттеуіш жұмыс режимін қайтадан А күйіне қайтару. Реттелетін параметр мәні аспаптағы межелік бойынша бастапқысына тең болмауы қажет.

3.8.2. «Контур» жүйесінің қауіпсіздік автоматикасы

Бу қазандығының автоматтандырылған жүйенің сызбасы 3.14 суретте келтірілген. Қазандықты газ беруді сөндіру арқылы қорғау бу қысымы тым жоғары болған кезде, қазандық барабанындағы су деңгейі төмендеген немесе жоғарылаған кезінде, жанарғы алдындағы ауа мен газ қысымдарының жоғары болуы кезде, жағудағы ыдырау деңгейінің төмендеуі, экономайзерден шығыстағы су температурасының жоғарылауы, түтін сорғышының сөндірілуі, шыра сөніп қалған кезінде және электрлік энергия беру тоқтап қалған кезінде жүзеге асырылады. Келтірілген сызбада бақыланатын параметрлердің датчиктер санына қорғаныс жүйесінде уақыт релесі қосылғаны көрсетілген.

Экономайзер шығысынан су температурасының жоғарылауы кезіндегі бу қазандығының қауіпсіздік жүйесінің автоматтандырылған жүйесінің жұмысын қарастырайық.

Су температурасының датчигі болып электроконтактті термометр (ЭКТ) алынады. Қозғалыссыз контактімен жұмыс істейтін аспап тілдерінде электрлік контакт тұйықталған кезінде аралық реленің электрлік тізбектің тұйықталуы жүзеге асырылады, ол өзінің жұмысына үш контактіні тартады да, олар өз кезегінде жарықтық пен дыбыстық сигнализацияның, сонымен қатар уақыттың реле тізбегін тұйықтайды (қазандық қалыпты жұмыс жасаған кезінде уақыт релесінің тізбегі өшірілген).



3.14 сурет. Газ шығаратын қазандықтардың бақылау-өлшегіш аспаптары мен автоматтарын жұмыс күйінде бу қазандығының автоматтандырылған қауіпсіздік жүйесінің сызбасы:

ЭКТ — электроконтакттілі термометр (температура датчигі); ЭПЗК — электромагниттік сақтандырғыш тұтатқыш қақпақшасы; ЭКМ — электроконтакттілі манометр (бу қысымын бақылау); ВАУ, НАУ — сәйкесінше судың жоғарғы және төменгі апаттық деңгейлері; СПУ — су деңгейінің күй сигнализаторы; ЭК — бақылау электроды; АКП — жанарғы отын бақылау автоматы; ДНТ — жағудағы және ауа қысымындағы ыдырау датчигі; МП — магнит жіберушісі; УК — деңгей өлшегіш бағана; РВ — уақыт релесі

Белгілі бір уақыт өткесін егер де машинист автоматтандырылған басқарудан дистанционды басқаруға өткен кезінде бақыланатын пармерді апаттық күйден шыққан кезіндегі шамаға өзгертпесе, онда уақыт релесінің тізбегі бойымен тоқ жүретін болады. Бұл жағдай уезінде тізбек контактілерінің ажырауы жүзеге асырылып, қазандыққа берілетін газ жіберілімі тоқтап қалады.

Бу қысымын бақылаудың датчигі болып электроконтакттілі манометр алынады (ЭКМ). Барабандағы су деңгейін бақылау датчиктары болып екі электрод алынады (ВАУ және НАУ – сәйкесінше жоғары және төменгі апаттық деңгейлер), олар барабан деңгей өлшеуіш бағанасында орналасқан. Электродтар СПУ-ға қосылған, ол өз кезегінде аралық релемен байланысқан. Жағудағы және ауадағы қысымыдырауының датчиктері болып ДНТ алынады.

Шырақ сөніп қалған жағдайда, түтін соғышы немесе газ қысымының төмендеуі кезінде қазандыққа газдың жіберілуі бірден сөніп қалады. Мысалға, осылайша шырақ сөніп қалған жағдайда бақылау электрод (БЭ) пен жанарғы корпусының арасында электрлік тізбек үзіледі. Жалын бақылауының автоматы бұл кезде аралық реленің электрлік тізбегін толығымен ажыратады. Бұл кезде тізбектегі дыбыстық және жарықтық сигнализацияның екі контактісі тұйықталып қалады да, қорек тізбегі толығымен үзіледі. Қазандыққа газ жіберілімі толығымен тоқтап қалады.

3.8.3. «Контур» жүйесі арқылы қазандықты қосу және тоқтату

«Контур» автоматтандырылған жүйедегі қазандықты тұтату кезінде автоматикасы жоқ қазандықтағыдай жұмыс тәртібі сақталады. Қосымша түрде келесі операциялар орындалады.

Қазандық агрегатын жұмысқа дайындаған кезінде:

- Қазандық қалқанындағы барлық кілттерді «Сөндірілген» күйіне өткізіп, барлық реттеуіштер дистанционды (қолдық) басқаруға ауыстрылады;
- Басқару қалқанына кернеуді беру;
- Әрбір атқарушы механизм мен реттеуші органның жұмысын тексеру. «Көбірек» тумблер батырмасын басқан кезінде иіңтірек өз күйін ауыстырып, реттеуші органды ашады. «Аз» батырмасын басқан кезінде иіңтірек бастапқы күйіне қайта тұрып, реттеуші органды толығымен жабады.

«Контур» жүйедегі қазандықтар тұтатқыш-қорғау құраларының құрамына кіретін тасығыш тұтандырғыштар және электрлік тұтандырғыштармен жабдықталуы мүмкін.

Тұтатқыш-қорғау құралымен тұтату кезінде:

- Қазандықты басқару кілтін «Тұтату» күйіне қою қажет. Бұл кезде ТҚҚ қосылып, уақыт релесі, қосылу катушкасы қосылып, газ электромагнитті қақпақша ашылады. Тұтандырғышта жалын пайда болған кезінде ТҚҚ бақылау электроды (немесе фотодатчигі) қосу катушкасына сөну жайлы импульс береді;
- Жанарғыштарды тұтатқаннан кейін қазандық пультында «Пуск» батырмасын басып, соғатын балғашаны электромагниттік ілмекпен бірігуге келтіру. Жарық таблосында «Қауіпсіздік автоматикасы қосылды» деген жазба шығуы қажет;
- Қауіпсіздік автоматикасының жарықтық және дыбыстық сигнализациясын тексеріп алу.

Автоматтандырылған реттелуді қосу жанарғыштарды тұтатқаннан 1,5...2 сағаттан кейін ғана өткізуге болады. Ауалы құралдардан және сақтандырғыш қақпақшадан бу шыққан кезінде оларды бірден жабу керек. Қазандықтарының сумен қоректену реттеуішін (деңгей реттеуіші) дистанционды басқарудан жұмыстың автоматтандырылған режиміне ауыстыру. Бу қысымы белгіленген мәнге жақын немесе тең болған кезінде жұмыстың барлық режимдер қосқыштарын дистанционды жұмыс режимінен автоматтандырылған жұмыс режиміне ауыстыру келесі тәртіпте орындалады: ыдырау реттеуіші → ауа шығыны реттеуіші → қазандық барабанындағы бу қысымын реттеуіш.

Газ құрылғылары мен автоматика қалыпты жұмыс жасауына көз жеткізілгесін, журналға қазандықты тұтандырғаны жайлы жазып алу қажет.

Қазандықты жоспарлық тоқтату кезінде:

- Электромагниттік ілмекпен біріктірілген соғатын балғашаны шығарып, оны қайтадан тірекке қою қажет;
- Газ реттеуішінің режим қосқышын автоматтандырылған режимнен қолдық режимге ауыстыру;
- Тоқтату кестесіне сәйкес ақырындап жанарғыш жылу өткізгіштерін минималды деңгейге дейін келтіру;
- Қазандықты басқару кілтін «Қорғаныс алдын ала сөндірілген» қалпына орнату;
- Барлық жанарғыштарды сөндіргеннен кейін қазандықты басқару кілтін «Сөндірілген» қалыпқа қою;
- Қазандықты басқару қалқанның кернеуін алып тастау. Журналға қазандықты жоспарлық түрде сөндіргені жайлы белгі қойып қою.

3.9. БАСҚАРУ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ КЕШЕНІ

Басқару құралдарының кешені (БҚК) қуаты аз шамадағы және сұйық пен газ тектес отын негізінде істейтін төмен және орта қысымды булы және су жылытатын қазандықтарға арналған. Алдында шығарылған АМК-У автоматтандырылған басқару жүйесінің дамыған жалғасы болып табылады.

Су жылытатын қазандықтар үшін БҚК екі модификацияда шығарылады:

- БҚК-1-Г-2 — газдың төмен қысымы үшін;
- БҚК-1-Г-3 — газдың орташа қысымы үшін.

Бу қазандықтары үшін БҚК-ның үш модификациясы бар:

- БҚК-2П-1-Г — ыдырау әсерімен істейтін табиғи циркуляциясы бар қазандықтар үшін;
- БҚК-2П-2-Г — үрлену әсерімен істейтін табиғи циркуляциясы бар қазандықтар үшін;
- БҚК-2П-3-Г — үрлену әсерімен істейтін тікелей ағындық қазандықтар үшін.

3.9.1. БҚК-1-Г басқару құралдарының кешені

БҚК-1-Г басқару құралдарының кешені жағудағы ыдырауды және ауа берілімін, су жылытатын қазандықтан шығыста ыстық су температурасын екі позициялы реттелуін қамтамасыз етеді.

Қазандықты автоматика жабдықтарымен қорғау оның келесі жұмыс параметрлерін бақылау арқылы жүзеге асырылады:

- Ыстық су температурасының ұлғаюы;
- Жанарғының алдындағы газ қысымының төмендеуі немесе жоғарылауы;
- Қазандықтағы су қысымының төмендеуі немесе жоғарылауы;
- Жанарғының алдындағы ауа қысымының төмендеуі;
- Жағудағы ыдырау шамасының төмендеуі;
- Жанарғының от шамасының төмендеуі;
- Қоректенудің кернеу шамасының жойылуы;
- Кешен блоктарының бұзылуы.

Автоматика бойынша апаттық параметрлердің әрқайсысы бойынша бірінші себебін ескеру арқылы дыбыстық және жарықтық апаттық сигнализацияны; резерв каналдарының біреуінің бұзылуы кезінде немесе кетуші газдардың температуралы жоғарылағанда алдын ала белгі беретін сигнализацияны; қазандықтың апаттық түрде сөніп қалуын көрсететін белгілерді; қазандықтың дистанционды қосылуы мен сөнуі жайлы; жұмыс сигнализацияны қамтамасыз етеді.

3.15 сурет. БҚК-1-Г басқару құралдары кешенінің принципалды сызбасы:

1, 10 — ЭИМ типтегі атқарушы механизмдер; 2 — температураның датчик-релесі; 3, 11 — 13 — тарту, қысым мен тегеурін күштерінің датчики-релелері; 4 — электр тұтандырғышы; 5 — жанарғы; 6 — бақылау электроды; 7 — электроконтакттік манометр; 8, 9 — манометрлік термометрлер; 14 — қосу катушкасы; 15 — қақпақша-сөндіргіші; 16, 17 — жанудың «үлкен» және «кіші» қималық қақпақшалары; 18 — кешен шкафы; Т1 — «Апат» таблосы; Т2 — «Жұмыс» таблосы; Л1 — Л15 — шамдар (Л1 — «Желі», Л2 — «От жоқ», Л3 — «Ыдырау төмен», Л4 — «Ауа қысымы төмен», Л5 — «Су қысымы төмен», Л6 — «Су қысымы жоғары», Л7 — «Су температурасы жоғары», Л8 — «Газ қысымы төмен», Л9 — «Газ қысымы жоғары», Л10 — «Кешен жарамсыз», Л11 — «Резервтелі жоқ», Л12 — «Кетуші газдардың температурасы жоғары», Л13 — «Қазандық жалпы қазандық құрылғымен сөндірілген», Л14 — «Қосылған», Л15 — «Жіберу»); К1 — К6 — батырмалар (К1 — «Жіберу», К2 — «Токтату», К3 — «Дыбыстық сигнализацияны сөндіру», К4 — «Жарықтық сигнализацияны сөндіру», К5 — «Сигнализацияны бақылау», К6 — «Қуатты реттеу»); П1 — қайта қосқыштар «Жалпы қазандық құрылғымен жұмыс жасау»; ЛС1 — ЛС4 — байланыс сызықтары (ЛС1 — «Қорек желісі 380/220 В, 50 Гц», ЛС2 — «Диспетчерге сигнал беру» (а — «Қоректендіруші кернеуді қосу», б — «Апат»), ЛС3 — «Дистанционды басқару» (в — «Жіберу», г — «Токтату», д — «Реттеуді қосу»), ЛС4 — «Жалпы қазандық құрылғыдан түсетін сигналдар» (е — «Жіберу/токтату», ж — «Кіші жану/ Үлкен жану»)); МП — магнит жібергіші; ПСг — көрсетуші және сигнал беруші аспап; С — өздігінен жазатын аспап

Басқару құралдарының кешені БҚК -1-Г (сур. 3.15) негізгі элементтері мыналар болып табылады:

- жиынтықтың шкафы, онда барлық элементтері орналастырылған, іске қосуын және тоқтатуды басқаруын қамтамасыз ететін, реттеу, қорғау, сигнализация және т.б. ;
- газды қуат беру блогы;
- тұтату және жалын бақылау құрылғылары;
- барабандағы қысым, күші, тартым, су деңгейінің көрсеткіші және т.б.

Реттеу автоматикасы берілген шектерде қазандықтан шыққан судың температурасын реттеуді қамтамасыз етеді, ауа жіберу және пештегі қысым төмендейді, және екі режимде жұмыс істей алады: бірлесіп жалпы қазандық құрылғымен бірге және онсыз. Басқару режимін таңдау ПІ «Жалпы қазандық құрылғысымен жұмыс істеу» қосқышы арқылы жүзеге асырылады.

Жалпы қазандық құрылғысыз жұмыс істегенде, басқару жүйесіндегі датчигі - манометриялық термометр 8 болып табылады.

Егер ыстық су температурасы төменгі және жоғарғы реттелетін мәндер арасында болса, онда газ қыздырғышқа екі клапан арқылы өтеді "үлкен" жану 16 және "шағын" жану 17 және ауа құбыры мен газарна жапқышы толығымен ашық. Бұл жағдайда қазандықтың қыздырғышы жылуудың 100% шығуында жұмыс істейді және ыстық су температурасы көтеріледі. Жоғарғы реттелетін судың мөлшері жеткен кезде манометрлік термометрдің контактісі тұйықталады ал «үлкен» жанудың электр қоректендіру электромагнитті клапаны ажырайды. Жанарғы жылулық қуаты 40% -ға дейін азаяды«Үлкен» жану клапанының жабылуымен бір мезгілде 1 және 10 атқарушы механизмдері іске қосылады, ішінара ауа өткізгіш және газарна тоқтатылады, пеште қажетті ауа ағыны мен сиректетуді қамтамасыз етеді.

Жалпы қазандықтар БҚК-1-Г құрылғы жиынтығымен жұмыс кезінде келесі командаларды орындайды: қазандықты іске қосу сигналы; қазандықтың тоқтауына сигнал; 100% жылу қуатын орнату үшін сигнал; қыздырғыштың 40% жылу қуатын орнату үшін сигнал ауа және түгін желілеріндегі қосымша жүктемеге сәйкес жапқыштарды жабу.

Қауіпсіздік автоматикасы қазандықты келесі параметрлерде қорғауды қамтамасыз етеді:

- ыстық судың температурасы - электртүйіспелі манометрлік термометр 9 үлгілі ТПГ-СК;

- Газдың қысымы. Жоғарғы деңгей -электртүйіспелі манометрін ЕСМ-IV (ҚД-06-11К датчик-реле қысым 12 үлгісіндегі) және төменгі ҚД-06-11К 13 үлгісіндегі қысым датчигін (13 ДҚ-250-11К датчик-реле күші) пайдаланып;
- ауаның қысымы - ДҚ-250-11К, 11 үлгісіндегі датчик-реле күшін пайдаланып;
- оттықтағы ауаның сиретілуі -тартым датчик-реле 3 үлгілі ДТ-40-11 пайдалана отырып;
- судың қысымы - ЭТМ-IV түрінің 7 үлгілі электртүйіспелі манометрін қолданып;
- жалынның жойылуы - 6-шы БЭ үлгілі басқару электродын пайдалану.

Қауіпсіздік параметрлерін бақылайтын датчиктер іске қосылса, сондай-ақ кернеу жоғалған кезде, атқарушы релелер ажыратылады, "үлкен" және "кіші" жану электромагниттік клапандардың қоректену тізбегін ажыратып, және қазандыққа газ беру тоқтатылады. Сонымен қатар, Т1 «Апат» жарық тақтасы жанады, аварияның негізгі себебі үшін ескерту шамы және дыбыстық сигнал қоректену тізбегі тұйықталады. Дыбыстық сигнал К3 батырмасын басу арқылы өшіріледі «Дыбыс сигналын өшіру». Сигнализацияны және желдетуді тоқтатқаннан кейін, жинақ қайтадан пайдалануға дайын, бірақ ол қашықтан емес, тек қана К1 «Қосу» батырмасымен басталуы мүмкін.

БҚК-1-Г қазандықты іске қосу және өшіру мынадай түрде жүзеге асырылады Жиынтық жұмыс істемей тұрып, дешифратор терім өрісінде уақытша ұстау параметрлерін (автоматика бағдарламасының жұмысы) орнату қажет, сұйылту бақылауды енгізуге үшін, су мен ауа қысымының төмендеуі, оттықты алдын ала желдету, от тұтатқышын тұтату, негізгі алауды жағу, негізгі алауды тұрақты күйдіруді құру, қазанды жылыту, кейінгі желдету.

Әрбір іске қосудан бұрын,:

- автоматты ажыратқышты іске қосу (L1 «Желі» шамы жанып тұруы тиіс);
- жарық және дыбыстық сигнализация жұмыс істеуін К5 «Сигнализацияны бақылау» батырмасын басу арқылы тексеріңіз;
- төтенше параметрлер жоқ екеніне көз жеткізіңіз;
- жиынтық жұмыс режимін таңдап (жалпы қазандықтар бар немесе онсыз) П1 қосқышты ауыстырып тиісті ережеге орнатып.

Қазандықты іске қосу үшін К1 «Қосу» батырмасын басу керек және жинақ тұтану бағдарламасын келесі тәртіпте бастайды:

- желдеткіш электр қозғалтқыштары, түтін сорғышы, циркуляциялық сорғысы қосылады;
- Ауа өткізгіш және газарнаға арналған жапқыштар 100% ашылады;
- оттықты және газарна желдету жүргізіледі;
- тұтандырғыш тұтану циклі басталады: қуат 14 Б-115 үлгілі оттық катушкаларына беріледі және от алғышты электромагниттік клапан ашылады, жалындарды қорғау құрылғысын басқаруы қосылады; жалын оттығының болуы туралы сигнал алғаннан кейін электромагнитті «кіші» жану клапанына қоректену беріледі; ұстаудан кейін белгілі бір уақыт өткеннен соң, сынақ шамының жалын электродтары ажыратылады және қыздырғышты басқаратын электрод қосылған; Т2 «Жұмыс» жарықты табло жанады және Л15 «Қосу» шамы өшеді; алаудың тұрақты өртелуін орнату уақыты сақталып, тұтандырғыш электромагниттік клапаны өшіріледі; қазандық жылытылады және қазандық К6 «қуатты реттеу» үшін дайын; қазандықтың пайдалану нұсқаулығында көрсетілген уақыт өткеннен кейін Т2 «Жұмыс» жарық индикаторын қосқаннан кейін, жалпы қазандықсыз режимінде жұмыс істейтін К6 «Қуатты реттеу» түймесі іске қосылады.

Қазанды тоқтату үшін, операторға К2 «Тоқтату» түймесін басу жеткілікті, ал жұмыс толық аяқталған кезде автоматты сөндіргішті өшіріңіз.

3.9.2. БҚК -2П басқару құралдарының кешені

БҚК-2П басқару құралдарының кешені барабандағы су деңгейі мен бу қысымының екі позициялы реттелуін, газ шығынына сәйкес ауа берілімін қамтамасыз етеді.

Қазандық агрегатының қауіпсіз жұмысын қамтамасыз ету үшін келесі параметрлердің бақылауын жүзеге асырады:

- Бу қысымының жоғарылауы;

- Газ қысымының төмендеуі мен жоғарылауы;
- Ауа қысымының төмендеуі;
- Барабандағы судың төмендеуі мен жоғарылауы;
- Жағудағы ыдыраудың төмендеуі ;
- Жанарғының от шамасының өшуі;
- Қоректендіруші кернеудің жойылуы.

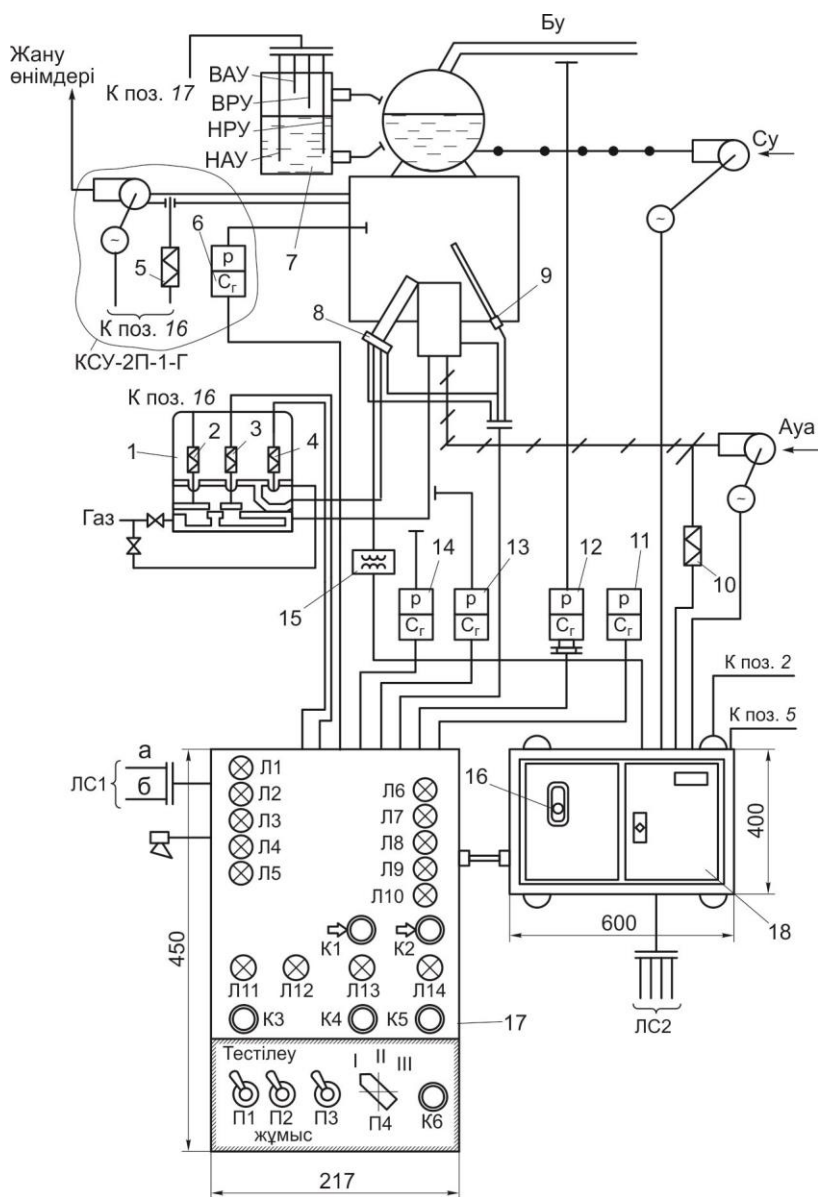
Жарық пен дыбыс сигнализациясы газ берілуі тоқтаған кезінде қосылады. Диспетчерлік пункттан автоматтандырылған қосылу мен қазандықты тоқтату әрекеті орындалуы мүмкін. Сонымен қатар диспетчерлік пунктке кешеннің қосылуы мен қазандықты тоқтату жайлы сигналдар жіберіледі.

БҚК-2П кешені (3.16 сурет) басқару блогы мен сигнализациядан 17 және коммутациялық элементтер блогынан (*КЭБ*) 18 тұрады. Сигнализация басқару блогы (СББ) көпфункционалды блоктардан тұрады. СББ алдыңғы панелінде оперативті басқару органдары мен сигнализация орналасқан. Сонымен қатар СББ құрамына қазандықтың атқарушы органдары мен магнит жіберушілермен қосуға арналған аралық реле және КЭБ блогымен байланыс болады.

КЭБ блогы тұтатқыш блогынан қосылу катушкасына 15, шығысы болады, сонымен қатар мұнда қозғалтқыштың күш тізбектеріне магнит жіберушілері мен реле құралдары болады.

Реттелу автоматикасы қазандық шығысындағы бу қысымының екіпозициялы реттелуін қамтамасыз етеді. Реттелу датчигі 12 типтегі ДД-10-20К сильфондық қысым датчик-релесі болып табылады. Реттелу жанарғының жылу қуатын 40%-дық шамадан 100%-дық шамаға келтіру негізінде газ қорек көзінің «үлкен» 2 жануы мен «кіші» 3 жану қақпақшаларының көмегімен жүзеге асырылады. Жылу қуатының 100%-дық режимінде екі қақпақша ашық болса, 40%-дық режимде — «кіші» жану қақпақшасы ғана жұмыс жасайды.

БҚК-2П кешендерінде барабандағы су деңгейін реттеудің екі позициялы әрекеті жүзеге асырылады. Реттеу жүйесінде датчиктер болып ТРД (төмен реттелетін деңгей) және ЖРД (жоғары реттелетін деңгей) электродтары қолданылады. Су жоғары деңгейге жеткенде, СББ арқылы магнит қосқышымен сөндіріледі, төмен деңгейге жеткенде қайтадан қосылады.



3.16 сурет. БҚК-2П басқару құралдарының кешенінің принципиалды сызбасы:

1 — газдық қорек көзі; 2, 3 — жанудың «үлкен» және «кіші» қақпақшаларының электр магниттері; 4 — тұтанғыш қақпақшасының электр магниті; 5, 10 — ЭИМ типтегі атқарушы механизмдер; 6 — тарту күшінің датчигі-релесі; 7 — деңгей өлшегіш бағанасы; 8 — электр тұтанғыштары; 9 — бақылау электроды; 11 — тегеурін күшінің датчик-релесі; 12—14 — қысымның датчик-релесі; 15 — қосылу катушкасы; 16 — желінің автоматтандырылған сөндіргіші; 17 — СББ; 18 — КЭБ; Л1 — Л14 — шамдар (Л1 — «Желі», Л2 — «От жоқ», Л3 — «Бу қысымы жоғары», Л4 — «Су деңгейі төмен»; Л5 — «Су деңгейі жоғары», Л6 — «Отын қысымы төмен», Л7 — «Отын қысымы жоғары», Л8 — «Ауа қысымы төмен», Л9 — «Отын температурасы төмен», Л10 — «Ыдырау төмен», Л11 — «Үлкен жану», Л12 — «Аз жану», Л13 — «Жіберу», Л14 — «Қазандық сөндірілген»); К1—К6 — батырмалар (К1 — «Жарық сигнализациясын сөндіру», К2 — «Дыбыстық сигнализацияны сөндіру», К6 — «Сигнализацияны бақылау»); П1 — П4 — қайта қосқыштар (П1 — «Отын сорғышы», П2 — «Желдеткіш, түтін сорғышы», П3 — «Қоректендіру сорғышы», П4 — «Отын»); ЛС1 — байланыс сызығы «Диспетчерге сигнал» (а — «Жұмыс», б — «Апат»); ЛС2 — байланыс сызығы «Қоректендіруші желі 380/220 В, 50 Гц»

Қауіпсіздік автоматикасы. Газды сөндіру келесі апаттық жағдайларда жүзеге асырылады:

- 12 типтегі ДД-10-20К қысым датчик-релесін қолдану арқылы бу қысымының жоғарылауы;
- 13 типтегі ДН-250-10К тегеурін күшінің датчик-релесін қолдану арқылы газ қысымының жоғарылауы мен төмендеуі;
- 6 типтегі ДТ-40 тарту күшінің датчик-релесін қолдану арқылы жағудағы ыдыраудың төмендеуі;
- ТРД және ЖРД электродтарын қолдану арқылы барабандағы су деңгейінің төмендеуі немесе жоғарылауы;
- 9 типтегі КЭ бақылау электродын қолдану арқылы жанарғының отын өшуі кезінде.

Қауіпсіздік параметрлерін бақылайтын датчиктер іске қосылса, сондай-ақ кернеу жоғалған кезде, атқарушы релелер ажыратылады, "үлкен" және "кіші" жану электромагниттік клапандардың қоректену тізбегін ажыратып, және қазандыққа газ беру тоқтатылады. Сонымен қатар, К1 «Апат» жарық тақтасы жанады, аварияның негізгі себебі үшін ескерту шамы және дыбыстық сигнал қоректену тізбегі тұйықталады. Дыбыстық сигнал К3 батырмасын басу арқылы өшіріледі «Дыбыс сигналын өшіру». Сигнализацияны және желдетуді тоқтатқаннан кейін, жинақ қайтадан пайдалануға дайын, бірақ ол қашықтан емес, тек қана «Қосу» батырмасымен басталуы мүмкін.

БҚК-2П қазандықты іске қосу және өшіру мынадай түрде жүзеге асырылады Жиынтық жұмыс істемей тұрып, дешифратор терім өрісінде уақытша ұстау параметрлерін (автоматика бағдарламасының жұмысы) орнату қажет, сұйылту бақылауды енгізуге үшін, су мен ауа қысымының төмендеуі, оттықты алдын ала желдету, от тұтатқышын тұтату, негізгі алауды жағу, негізгі алауды тұрақты күйдіруді құру, қазанды жылыту, кейінгі желдету.

Әрбір іске қосудан бұрын,:

- ■ *автоматты ажыратқышты іске қосу (ЛП «Желі» шамы жанып тұруы тиіс);*
- ■ *жарық және дыбыстық сигнализация жұмыс істеуін К5 «Сигнализацияны бақылау» батырмасын басу арқылы тексеріңіз;*
- ■ *төтенше параметрлер жоқ екеніне көз жеткізіңіз;*
- ■ *жиынтық жұмыс режимін таңдап (жалпы қазандықтар бар немесе онсыз) ПІ қосқышты ауыстырып тиісті ережеге орнатып.*
- *Қазандықты іске қосу үшін «Қосу» батырмасын басу керек және жинақ тұтану бағдарламасын келесі тәртіпте бастайды:*
- ■ *желдеткіш электр қозғалтқыштары, түтін сорғышы, циркуляциялық сорғысы қосылады;*
- ■ *Ауа өткізгіш және газарнаға арналған жапқыштар 100% ашылады;*
- ■ *оттықты және газарна желдету жүргізіледі;*
- ■ *тұтандырғыш тұтану циклі басталады: қуат 14 В-115 үлгілі оттық катушкаларына беріледі және от алғышты электромагниттік клапан ашылады, жалындарды қорғау құрылғысын басқаруы қосылады; жалын оттығының болуы туралы сигнал алғаннан кейін электромагнитті «кіші» жану клапанына қоректену беріледі; ұстаудан кейін белгілі бір уақыт өткеннен соң, сынақ шамының жалын электродтары ажыратылады және қыздырғышты басқаратын электрод қосылған Т2 «Жұмыс» жарықты табло жанады және L15 «Қосу» шамы өшеді; алаудың тұрақты өртелуін орнату уақыты сақталып, тұтандырғыш электромагниттік клапаны өшіріледі. Кейін қазандық жылытылады және қазандық қуатты реттеу үшін дайын болады. Қазандықтың пайдалану нұсқаулығында көрсетілген уақыт өткеннен кейін Т2 «Жұмыс» жарық индикаторын қосқан соң, жалпы қазандықсыз режимінде жұмыс істейтін К6 «Қуатты реттеу» түймесі іске қосылады.*

Содан кейін К3 батырмасы «Реттеуішті қосу» басу керек, содан кейін белгілі бір уақыт өткесін бу қысымының реттеуіш құрылғысы 100%-дық өнімділікке өтеді де, Л11 шамы «Үлкен жану» қосылады.

Қазандықты сөндіру үшін К5 «Токтау» батырмасын басу қажет, ал жұмыс толығымен аяқталған кезінде автоматтандырылған ажыратқышты сөндіру қажет.

3.10. ҚАЗАНДЫҚ АГРЕГАТЫНЫҢ ЖҰМЫСЫН ПРОГРАММА-ТЕХНИКАЛЫҚ КЕШЕН АРҚЫЛЫ БАСҚАРУ

Заманауи қазандық және жылулық электрлік станциялар өзінің құрылымы, техникалық жабдықтарымен атқаратын функцияларымен ерекшелінетін әр түрлі технологиялық процестерді басқарудың автоматтандырылған жүйелерімен (ТП АБЖ) жабдықталған.

Мысал ретінде қазандық агрегатының күйдіретін құрылғыларын басқарудың автоматтандырылған жүйесін қарастырайық. Мұнда басқару объектісі болып күйдіретін объектілер - шептік қабырғада екі қабат болып орналастырылған төрт күйдіргіш. Әрбір күйдіргішке электр жетегі орналасқан тиектер жасалған газ және ауа жіберілген. Күйдіргіштер тұтандырғыштың ТҚҚ шырақтарымен және негізгі шырақпен жабдықталған.

Жанарғыларды тұтату және олардың сөндірілуі берілген кезектілікпен жүзеге асырылады. Арматура мен ТҚҚ басқару бойынша операциялар технологиялық регламентпен анықталған тізбекті тәртіп бойынша орындалады.

Жүйе автоматтандырылған режимде ақпараттық-есептеу және басқару функцияларының жиынтығын орындайды.

ТП АБЖ ақпараттық-есептеу функциялары:

- технологиялық процесс пен құрылғы күйі туралы ақпаратты ұсыну (басқару режимдері, арматура күйі және т.б.);
- технологиялық процесті бұзу туралы.

Құрылғының жұмысы жайлы ақпаратта көріну жабдықтарына автоматты немесе қазандық машинисінің сұранысы бойынша орындалады.

Ақпараттың келесі ұсыну принципі қолданылады: алдымен бұзылудың пайда болуы туралы топтық сигнал шығарылады, содан кейін бұзылу тіркелген видеокادر пайда болғасын осы видеокادرда бұзылудың орындалу жері мен бұзылу сипаты көрсетіледі.

ТП АБЖ басқарушы функциялары:

- жанарғыларды тұтату мен басқару бойынша технологиялық операцияларды программалық логикалық басқару;
- автоматтандырылған қорғаныс пен блокталу;
- функционалды пернетақта көмегімен (ФП) блокты басқару қалқанында (ББҚ) автоматтандырылған жұмыс орнынан (АЖО) атқарушы механизммен (АМ) дистанционды басқару;
- жергілікті басқару қалқандарынан (ЖБҚ) әрбір жарғылар үшін АМ басқару.

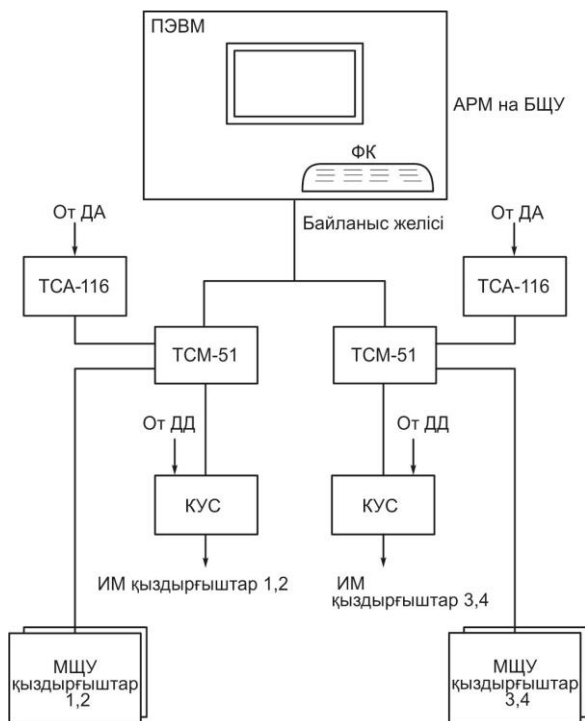
3.17 суретте көрсетілген жанарғы құрылғыларымен басқару жүйелерінің құрамы:

- Машинисттің АЖО-ны ББҚ-да ЭЕМ (ПЭЕМ) негізінде жасалып, ФП-мен жабдықталған;
- Бағдарламаланатын логикалық бақылаушы – микропроцессорлық реттеуіш (ТСМ-51 сызбасында);
- Бақылаушы кірістеріне түсетін кернеу мәні 220 В сигналдарды реле блоктары (КУС) АМ ақырғы қайта қосқыштарымен жасайтын кернеу шамасы 24 В сигналдарға түрлендіретін және жапқыш электрқозғалтқыштарының магниттік жіберулер кірістеріне жіберілетін бақылаушы шығыстарындағы кернеу мәні 24 В сигналдарды 220 В сигналдарға түрлендіру үшін қолданылады;
- Жері бойынша жанарғыны басқарудың АМ орындарын ББҚ.

ТСМ-51 бақылаушында салыстырмалы түрде ақпараттық қуаты кішкентай болады, сол себепті оны берілген сызбада тек екі жанарғыны басқару үшін қолданады. Егер де қазандық агрегаты төрт жанарғыдан тұратын болса, онда оларды басқару үшін екі бақылаушы қолдану қажет.

Бақылаушылар бір-бірімен өзара байланысқан және ПЭЕМ сызығымен де байланысты болады. Сигналдар жүйеге аналогты датчиктерден (жанарғының ауалы сызықтарында шиббер күйін көрсетуші) және дискретті датчиктерден (ақырғы сөндіргіш, шырақ болудың датчиктер) түседі.

Қазандық машинисінің ТП АБЖ көмегімен жұмыс жасауы келесі түрде орындалады.

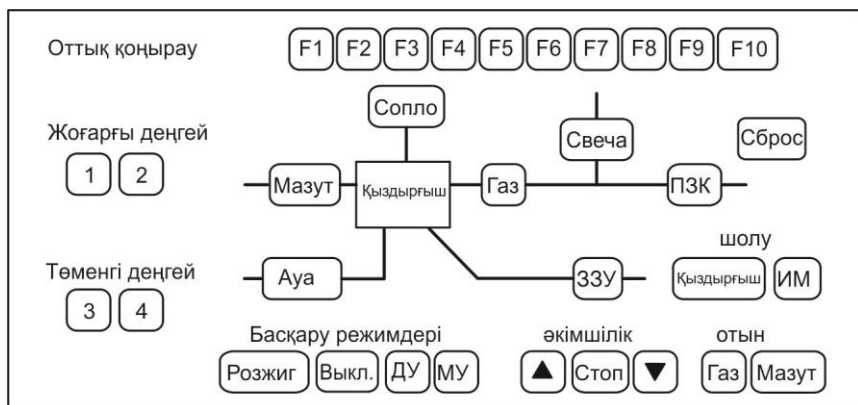


3.17 сурет. Басқару жүйелерінің құрылымдық сызбасы: ПЭМ — персоналды электронды-есептеуіш машина; ТСМ-51 — программаланатын логикалық бақылаушы; ТСА-116 — аналогты сигналдарды аналогты датчиктерден енгізу блогы ДА; КУС — релелі блок (сигналдарды түрлендіргіш); АРМ — автоматтандырылған жұмыс орны; БЩУ — басқарудың блокты қалқаны; ФК — функционалды пернетақта; ДД — дискреттік датчиктер; МЩУ — басқарудың жергілікті қалқандары; ИМ — атқарушы механизм

ББҚ-да дисплей мен ФП бар ПЭМ қойылған, оның батырмаларынан түсетін сигналдармашинисттің АЖО ұйымдастыру үшін қолданылатын арнайы программалық пакетпен қабылданады және өңделеді.

ФП беттік панелі 3.18 суретте көрсетілген.

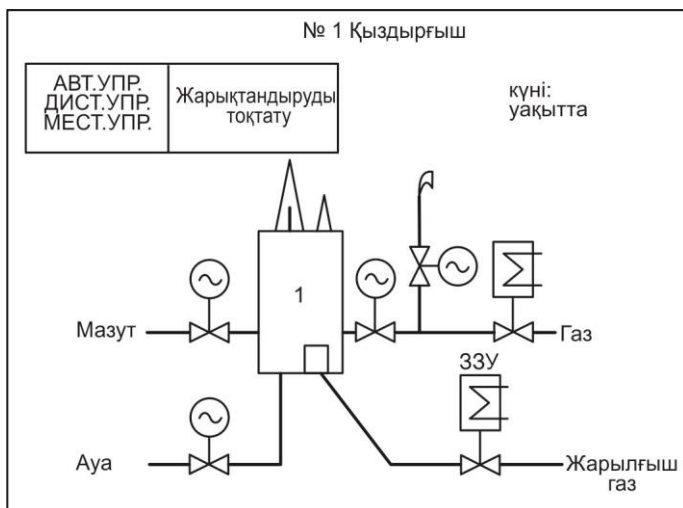
Жүйе дисплей экранына қосылған кезде автоматты түрде шолу мнемосызбасы шақырылады, онда шартты түрде жанарғылар белгіленеді.



3.18 сурет. Функционалды пернетақтаның беттік панелі:

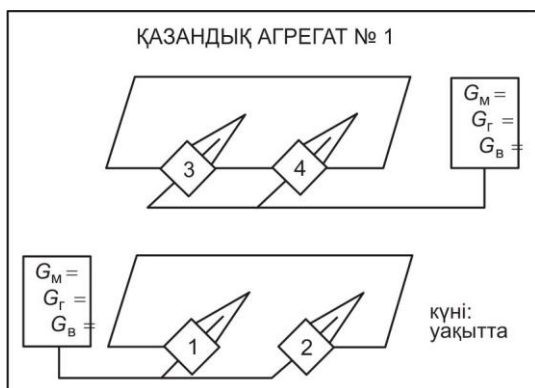
F1—F10 — жанарғыларды шақыру программалары; 3ЗУ — тұтатқыш-қорғаныс құрылғылары; ПЗК — сақтандырғыш ілмекті қақапақша; ИМ — атқарушы механизм; ДУ, МУ — сәйкесінше дистанционды және жергілікті басқару

Жоғарғы және төменгі қабаттарының нөмірлері көрсетіледі, газ шығыны (мазут) жекеленген жанарғыға немесе жанарғы топтарының ауа шығынын көрсетіледі.



3.19 сурет. № 1 жанарғының мнемосызбасы:

АВТ. УПР., ДИСТ. УПР., МЕСТ. УПР. — автоматты, дистанционды, жергілікті басқару сәйкесінше



3.20 сурет. Бастапқы шолу мнемосызбасы

«Жанарғыларды шақыру» тобынан кез келген батырманы басқан кезінде экранға сәйкес нөмірлі және оған тиісті АМ белгіленген жанарғының мнемосызбасы шығады (3.19. сурет).

ФП панелінде орналасқан «Мазут», «Ауа», «Сопло», «Газ», «Білте», «ТҚҚ» және «ПЗК» батырмалары (3.18 сурет) берілген жанарғының АМ шақыру үшін қолданылады.

«Басқару» тобының батырмалары шақырылған жапқышты ашу немесе жабу үшін қолданылып, сонымен бірге ТҚҚ қосу және сөндіру үшін пайдаланылады. «Басқару режимдерінің» тобындағы төрт батырма берілген жанарғы үшін таңдалған режимнің біреуін таңдау үшін қолданылады. «Тұтану» режимі таңдалғанда «Отын» тобының батырмаларының біреуімен қолданылатын отын түрі таңдалады (газ, мазут). «Шолу» тобының екі батырмасы арқылы бастапқы шолу мнемосызбасын шақыруға болады (3.20 сурет), ол сызбада барлық жанарғылар бойынша жалпыланған мәліметтер сақталады («Жанарғы» батырмасы (3.18суретті қараңыз)) немесе барлық жанарғылар жайлы мәлімет сақталатын кестеден тұрады.

«Басқару режимдері» батырмаларының көмегімен шақырылған жанарғы үшін автоматты тұтану, автоматты сөндірілу, ДБ немесе ЖБ режимін таңдауға болады. Соңғы режимде АМ қайта қосу тек ББҚ арқылы ғана жүзеге асырылады. Берілген режим экранның жоғарғы сол бөлігінде көрсетіледі. Дистанциялық басқару үшін АМ-не ДБ режимін таңдап, ФП-ғы мнемоникалық суретте көрсетілген сәйкес батырма арқылы жүзеге асыруға болады.

АМ-н ББҚ-нан басқару оның панелінде орналасқан кілттерді бұру арқылы орындалады.

1. Михеев М. А. Жылуберілімнің қысқаша курсы / М.А.Михеев, Н.М. Михеева. — М. ; Л. : Госэнергоиздат, 1961. — 288 б.
2. Мурин Г. А. Жылу-техникалық өлшеу / Г. А. Мурин. — 4-ші бас., өңделген. —М. : Энергия, 1968. — 584 б.
3. Соколов Б. А. Бақылау-өлшеу аспаптары және газ шығару қазандықтарының автоматикасы: газ шығару қазандықтары операторларын дайындауға арналған оқу құралы / Б.А. Соколов. — М. : «Профессионал» МОО, 2001. — 103 б.
4. Соколов Б. А. Қазақдық қондырғысы және оның пайдалануы / Б. А. Соколов. — 6-ші бас., стер. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2011. — 432 б.
5. Соколов Б. А. Газ-мазуттық қазандықтардың жабдықтарының құрылысы және пайдаланылуы / Б.А.Соколов. — М. : «Академия» баспа орталығы, 2007. — 304 б.
6. Жалпы жылу техника / [А. П. Баскаков, М. И. Гуревич, Н. И. Решетин және басқалар.]. — М. ; Л.Госэнергоиздат, —584 б.

Алғы сөз	3
----------------	---

1 бөлім. Жылутехникадан қысқа мәліметтер..... 4

1.1. Заттың агрегатты күйі	4
1.2. Жылу тасығышы мен оның параметрлері жайлы түсінік	5
1.3. Жылу мен энергия жайлы негізгі мәліметтер	
1.4. Термодинамиканың бірінші және екінші заңдары	10
1.5. Су, су буы және олардың қасиеттері	12
1.6. Бу айдау құрылғыларының тағайындалуы, құралы және жұмыс істеу принципі	14
1.7. Жылу беру тәсілдері	19
1.8. Көпқабатты қабырға арқылы жылу беру	23

2 бөлім. Қазандық агрегаттарының жұмыс параметрлеріне жылутехникалық бақылау жасау

.....	25
2.1. Өлшем түрлері	25
2.2. Температура өлшеуге арналған аспаптар	26
2.2.1. Жалпы мәліметтер	26
2.2.2. Кеңею термометрлері	27
2.2.3. Манометрлік термометрлер	29
2.2.4. Кедергі термометрлері	31
2.2.5. Термоэлектрлік пирометрлер	35
2.2.6. Оптикалық және радиациялық пирометрлер	43
2.3. Қысымды өлшеуге арналған аспаптар	49
2.3.1. Сұйықтықты шыны манометрлер	49
2.3.2. Тарту күшін өлшегіш пен тегеурін күшін өлшегіштер	51
2.3.3. Серіппелі манометрлер	54
2.3.4. Электрконтакттілі манометрлер	56
2.3.5. Электрлік дистанциялық манометрлер	57
2.3.6. Дифференциалды манометрлер	58
2.4. Заттың мөлшері мен шығынын өлшеуге арналған аспаптар	61
2.4.1. Заттың шығыны мен оны өлшеу тәсілдері	61
2.4.2. Дросселді шығын өлшегіші	62
2.4.3. Газға арналған көлемдік есептегіштер	64
2.4.4. Турбиналық (жылдамдықты) есептегіштер	65
2.5. Қазандықтарының барабандағы су деңгейін өлшеуге арналған аспаптар	66
2.6. Газ құрамын өлшеуге арналған аспаптар	68
2.7. Газ индикаторлары	72

2.8.	Бақылау-өлшегіш аспаптардың қолданылуы	76
2.8.1.	Бақылау-өлшегіш аспаптардың орнатылуы	76
2.8.2.	Стационарлы аспаптарға қызмет көрсетілуі	81
2.8.3.	Бақылау-өлшегіш аспаптардың тексерілуі	83
3 бөлім.	Қазандықтардың автоматикасы	86
3.1.	Автоматика жүйелерінің функциялары.....	86
3.2.	Қазандық агрегатының негізгі параметрлерін реттеу сызбалары.....	87
3.3.	Қазандық агрегатының қауіпсіздік автоматикасының принципиалды сызбасы.....	90
3.4.	Қазандықтардың автоматтандырылған реттелу жүйесінің бастапқы аспаптары (датчиктері)	91
3.5.	Қауіпсіздік автоматикасының бастапқы аспаптары (датчиктер)	93
3.6.	Тұтатқыш-қорғаныс құрылғысы	95
3.7.	АМК-У автоматтандырылған реттеу жүйесі.....	97
3.7.1.	АМК-У жүйесінің функциялары	97
3.7.2.	АМК-У жүйесінің негізгі элементтері.....	97
3.7.3.	АМК-У жүйесінің автоматтандырылған реттелуі	102
3.8.	«Контур» автоматтандырылған реттелу жүйесі	102
3.8.1.	«Контур» жүйесінің автоматтандырылған реттелуі	102
3.8.2.	«Контур» жүйесінің қауіпсіздік автоматикасы.....	105
3.8.3.	«Контур» жүйесі арқылы қазандықты қосу және тоқтату	107
3.9.	Басқару құралдарының кешені.....	109
3.9.1.	БҚК-1-Г басқару құралдарының кешені	109
3.9.2.	БҚК-2П басқару құралдарының кешені	114
3.10.	Бағдарламалық-техникалық кешен көмегімен қазандық агрегатын басқару	119
	Әдебиеттер тізімі.....	125

Оқу басылымы

Соколов Борис Александрович

**Жылутехника негіздері. Қазандықтардың жылутехникалық
бақылау мен автоматикасы**

Оқулық

Редактор М.М.Жакипова

Техникалық редактор Н.И.Горбачёва

Компьютерлік беттеу: С. Ф. Фёдорова

Түзеткіштер Л. В. Гаврилина, С. Ю. Свиридова

Баспа. № 101113654. Баспадан шығаруға қол қойылған күні 12.09.2012. Формат 60х90/16.
«Балтика» гарнитурасы. № 1 офис қағазы. Офсетті баспа түрі. Шартты баспа беті. 8,0.
Таралым 1 200 дана. Тапсырыс №

«Академия» баспа орталығы»ЖШҚ. www.academia-moscow.ru

129085, Мәскеу, Мир даңғылы, 101В, 1 бет.

Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

06.03.2012 жылғы санитарлы-эпидемиологиялық қорытындысы № РОСС RU. АЕ51. Н 16068.

Баспаның электронды тасығыштарынан жарияланған, ҚАҚ «Саратов полиграфкомбинаты»,
www.sarpk.ru 410004, Саратов қаласы, Чернышевский, 59 көшесі.